



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“DETERMINAR LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE Cr^{+6}
EN MUESTRAS DE AGUA DE LA CURTIEMBRE EL NUEVO
MUNDO EN LA CIUDAD DE AMBATO UTILIZANDO LA
CABUYA COMO BIOFILTRO A DIFERENTES LONGITUDES”**

AUTOR: WILLIAM ESTUARDO CARRILLO BARAHONA

TUTOR: ING. MIGUEL SANTILLÁN

TRABAJO DE TITULACIÓN:

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtencion del Título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

Riobamba – Ecuador

2017

©2017, William Estuardo Carrillo Barahona

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

El tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **DETERMINAR LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE Cr^{+6} EN MUESTRAS DE AGUA DE LA CURTIEMBRE EL NUEVO MUNDO EN LA CIUDAD DE AMBATO UTILIZANDO LA CABUYA COMO BIOFILTRO A DIFERENTES LONGITUDES**, de responsabilidad del señor WILLIAM ESTUARDO CARRILLO BARAHONA , ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Miguel Santillán

DIRECTOR DE TRABAJO

DE TITULACION

Dr. Celso Recalde

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, William Estuardo Carrillo Barahona, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen en de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 20 de Julio del 2017

William Estuardo Carrillo Barahona

060423956-6

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios y como buen Salesiano de corazón a Don Bosco y la Virgen Auxiliadora quienes supieron guiarme durante esta etapa llenándome de fuerzas, fortalezas y esperanzas cada día para poder superar las diferentes situaciones de la vida gracias a estas bendiciones he logrado concluir mi carrera universitaria .

A mis amados padres, el héroe mi ejemplo a seguir Segundo Carrillo y mi amor eterno Bertha Barahona, quienes con su consejos me han ido formándome en una persona de bien con grandes valores y principios enseñándome a luchar cada día y apoyarme en todo este tiempo para que se cumplan mis sueños planteados .

A mis hermanos Puly y Santy porque llenan mi vida de felicidad y han estado presentes en cada momento compartiendo momentos únicos que no se volverán a repetir

A mis abuelitos papi Silvio y mi Mami Rosita que me han compartido mucha sabiduría ayudándome siempre en todo lugar

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy, me han formado con mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Para mis maestros y amigos, que con la ayuda de ellos he podido avanzar en los diferentes niveles de mi carrera y conseguir la meta, gracias a todos que compartieron en esta etapa

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios y la Virgen Auxiliadora que me bendicen cada día y darme la oportunidad de disfrutar de la vida.

Mi agradecimiento al colegio Santo Tomás Apóstol de Riobamba por darme las bases teóricas convirtiéndome en un buen cristiano y honrado ciudadano a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su nivel académico desarrollado en los años de estudios, al Centro de Energías Alternativas y ambiente, al Ing. Miguel Santillán, Dr. Celso Recalde, por su contribución para desarrollar trabajo de titulación fortalecido en amplios conocimientos de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Bases Teóricas Generales.....	6
1.2.1. Biofiltro.....	6
1.2.1.1. Piedra Pómez	7
1.2.1.2. Arena	7
1.2.1.3. Carbón Activado.....	8
1.2.2. Agua residual	8
1.2.3. Características del Agua residual.....	9
1.2.3.1. Remoción de metales pesados	9
1.2.3.2. Turbidez.....	9
1.2.3.3. Olor	10
1.2.3.4. Solidos suspendidos	10
1.2.3.5. pH	10
1.2.3.6. Conductividad	11
1.2.4. Cabuya	11
1.2.4.1. Taxonomía.....	11
1.2.4.2. Obtención de fibra de cabuya	13
1.2.4.3. Características químicas de la cabuya	13
1.2.5. Mecanismos de biosorción metálica.....	14
1.2.6. La curtiembre el nuevo mundo	17
1.2.7. Planta de producción	22
1.2.8. Etapa de rivera	22
1.2.9. Etapa de curtido	24
1.2.10. Puntos de generación de residuos	28
1.2.11. Normativa	29
CAPÍTULO II	

2.	METODOLOGÍA.....	33
2.1.	Lugar de estudio.....	33
2.2.	Diseño experimental.....	34
2.3.	Calidad de agua residual no tratada	35
2.4.	Toma de muestras del agua residual	35
2.4.1.	Materiales	35
2.4.2.	Método.....	36
2.5.	Toma de muestras del agua residual	36
2.6.	Determinación de olor.....	37
2.7.	Construcción del filtro.....	37
2.8.	Construcción, estructura de un biofiltro.....	39
2.9.	Selección de la cabuya	40
2.10.	Selección del medio filtrante.....	41
2.11.	Determinación Cr +6.....	42
2.12.	Determinación porcentaje de remoción	43
2.13.	Planteamiento de la hipótesis	43
CAPITULO III		
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
3.1.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	45
3.2.	Diseño experimental.....	47
3.3.	Comparación de los parámetros a controlar.....	51
CONCLUSIONES.....		66
RECOMENDACIONES.....		67
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Embriofitas Sifonógamas	12
Figura 2-1: Diagrama de flujo curtiembre	21
Figura 3-1: Etapas de curtiembre	23
Figura 4-1: Secado de piel.....	24
Figura 5-1: Etapas de la Curtiembre	27
Figura 6-1: Tambores de curticion.....	28
Figura 7-1: Almacenamiento de Agua residual.....	29
Figura 1-2: Ubicación de la curtiembre El nuevo Mundo.....	34
Figura 2-2: Construcción del biofiltros	40
Figura 3-2: Selección del medio filtrante.....	42
Figura 1-3: Muestras	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Componentes de la cabuya	14
Tabla 2-1: La secuencia del proceso productivo sigue las siguientes etapas principales	19
Tabla 3-1: Límites de cargas al sistema de alcantarillado público.....	30
Tabla 1-2: Coordenadas de la curtiembre El Nuevo Mundo.....	33
Tabla 2-2: Muestras	35
Tabla 3-2: Materiales de laboratorio	36
Tabla 4-2: Parámetros y métodos.....	36
Tabla 5-2: Numeración olor	37
Tabla 6-2: Parámetro y método.....	43
Tabla 1-3: Muestras y parámetros.....	45
Tabla 2-3: Prueba de normalidad	47
Tabla 3-3: Prueba de homogeneidad de varianzas	47
Tabla 4-3: Anova de un factor Cromo	47
Tabla 5-3: Prueba post hoc.....	48
Tabla 6-3: Subconjuntos homogéneo	49
Tabla 7-3: Prueba de normalidad pH	51
Tabla 8-3: Prueba de homogeneidad varianzas	52
Tabla 9-3: Anova de un factor	52
Tabla 10-3: Prueba de supuestos solidos suspendidos	54
Tabla 11-3: Prueba de homogeneidad de varianzas	54
Tabla 12-3: Anova de un factor	55
Tabla 13-3: Prueba post hoc.....	55
Tabla 14-3: Subconjunto homogéneo	56
Tabla 15-3: Prueba de normalidad Turbiedad.....	58
Tabla 16-3: Prueba de homogeneidad de varianzas	58
Tabla 17-3: Anova de un factor	59
Tabla 18-3: Prueba Post Hoc.....	59
Tabla 19-3: Subconjuntos Homogéneos	60
Tabla 20-3: Pruebas de conductividad eléctrica.....	62
Tabla 21-3: Prueba de homogeneidad de varianzas	62
Tabla 22-3: Anova de un Factor.....	63

Tabla 23-3: Prueba Post Hoc.....	63
Tabla 24-3: Subconjuntos Homogéneos	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Error Típico Cr^{+6}	49
Gráfico 2-3: Porcentaje de Remoción Cr^{+6}	50
Gráfico 3-3: Error Típico pH	53
Gráfico 4-3: Error Típico Solidos suspendidos	56
Gráfico 5-3: Porcentaje Solidos suspendidos.....	56
Gráfico 6-3: Error típico turbiedad	60
Gráfico 7-3: Porcentaje Turbiedad.....	61
Gráfico 8-3: Error típico Conductividad Eléctrica.....	64
Gráfico 9-3: Conductividad Eléctrica	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Visita a la curtiembre nuevo mundo

Anexo B: Construcción del biofiltro

Anexo C: Análisis de laboratorio

Anexo D: Resultados de Cr^{+6}

RESUMEN

El objetivo fue determinar la reducción de concentración de Cr^{+6} en muestras de agua de la curtiembre “El Nuevo Mundo” ubicada en la parroquia la Península, de la ciudad de Ambato utilizando la cabuya *Furcraea Andina*. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias – ESPOCH. Se diseñaron dos biofiltros con longitudes de 0,10 m y tipo aserrín utilizando arena, piedra pómez y carbón activado como lecho filtrante para aguas residuales, tomando muestras aleatorias. Se realizó la caracterización física del agua inicial y final para determinar las concentraciones y el porcentaje de remoción en ambos tratamientos para los siguientes parámetros: Cr^{+6} , potencial de hidrogeno, conductividad eléctrica, turbiedad y sólidos suspendidos, teniendo en cuenta que la empresa no realiza tratamiento para la descarga al sistema de alcantarillado. Cada uno de los biofiltros estaba compuesto por tanque de almacenamiento conectado a una tubería con una llave de paso que permite el traslado del agua residual al biofiltro y posteriormente al tanque de recolección de agua tratada. El tiempo de retención fue de tres horas. Se calculó el porcentaje de remoción para la longitud de 0,10 m: Cr^{+6} 43 %, turbiedad 32 %, sólidos suspendidos 27 %, Conductividad eléctrica 7%. Tipo Aserrín Cr^{+6} 67 % turbiedad 75 %, sólidos suspendidos 37 % , Conductividad eléctrica 4%. Fue aplicado el diseño experimental Anova de un factor para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos empleados: para el Cr^{+6} y Conductividad, concluyendo que ambos biofiltros presentan semejanzas significativas es decir son estadísticamente iguales para la remoción, turbiedad y sólidos suspendidos, siendo el mejor tratamiento es la cabuya tipo aserrín y para el pH no existe diferencia significativa. Se recomienda investigar con otras especies que contenga en su estructura mayor porcentaje de lignina

PALABRAS CLAVES: <BIOTECNOLOGÍA>, <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <BIORREMEDIACIÓN>, <BIOFILTRO> < CABUYA (*Furcraea Andina*) > <AGUA RESIDUAL> <CROMO (Cr^{+6}) ><PORCENTAJE DE REMOCIÓN >

ABSTRACT

The objective was to determine the reduction of Cr^{+6} concentration in the water samples of the “El Nuevo Mundo” tannery using the andean Agavaceae *Furcraea*. The tannery is located in la Peninsula parish in Ambato city. The research was done in the laboratory of Water Quality of the Faculty of Science – ESPOCH. Two Bio-filters with lengths of 0,10 meters and sawdust type were designed using sand, pumice and activated carbon as a sewage filter bed, completely random samples were taken. The physical characterization of the water performed at the beginning and the end, to determine the concentrations and the percentage of removal in both treatments. Solids taking into account that the Company does not perform any treatment to discharge to the sewage system. Each one of the Bio-filters had a storage tank connected to a pipe line and a stopcock allowing the movement of the residual water to the bio-filter and to the collection tank for treated water, the retention time was three hours, the percentage of removal was calculated for the length of 0,10 meters: Cr^{+6} , 43 %, Turbidity 32 %, Suspended Solids 27 %, Electrical Conductivity 7 %. Sawdust type Cr^{+6} , 67 %, Turbidity 75 %, Suspended Solids 37 %, Electrical Conductivity 4 %. The experimental design Anova of a factor was applied to determine if there are significant differences between the applied treatments: for the Cr^{+6} and Conductivity can be chosen either of the two-filters because they are statistically equal, for the removal of Turbidity and Suspended Solids is best the agavaceae treatment sawdust type, and for the Ph there is no significant difference between agavaceae treatments. It is recommended to investigate with other species that its structure contains a higher percentage of lignin.

Keywords <BIOTECHNOLOGY>, <ENVIRONMENTAL ENGINEERING>, <BIOREMEDIATION>, <BIO-FILTER> <AGAVACEAE (ANDEANFURCRAEA)> <RESIDUAL WATER> <PERCENTAGE OF REMOVAL >

INTRODUCCIÓN

Situación Problemática

Toda el agua utilizada en procesos industriales debería ser tratada, previo a su descarga, el mal manejo de estos efluentes causa cambios en la calidad del ambiente afectando su armonía natural y produciendo daños en la salud humana; Las aguas residuales industriales son aquellas que provienen de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, manipulación o transformación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de lavado y drenaje. (NyF, 2016)

En el Ecuador se realizan varias actividades artesanales, una de ellas es la industria de las curtiembres, en las que sus propietarios no cuentan con los conocimientos técnicos necesarios para evitar la contaminación hacia el entorno, en consecuencia para el ambiente se genera contaminación de cuerpos hídricos, uso indiscriminado del agua, disminución de zonas de producción, deforestación. Se empieza a tener una consciencia al cuidado del ambiente mediante la Ley de Gestión Ambiental en cuál se encuentra límites permisibles y se establece responsabilidades, obligaciones y niveles de participación tanto para sectores público como los privados en la gestión ambiental, en la actualidad la calidad del agua es normada mediante el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

La calidad del agua de la curtiembre “El Nuevo Mundo” ubicada en Ambato, parroquia La Península, contienen una carga significativa de metales pesados, los mismo que es nocivo para la salud, generando bioacumulación en las cadenas tróficas llegando hasta el ser humano. En la presente investigación se pretende realizar la remoción de Cr^{+6} mediante la utilización de un tratamiento físico, filtración, un biofiltro diseñado con medios filtrantes como la cabuya la misma que contiene lignina en la cual quedan atrapados los iones del metal por absorción, además se utilizó arena, piedra pómez y carbón activado para mejorar la retención del metal. (Higuera Cobos, et al., 2008), esta investigación se inició con revisión bibliográfica de investigaciones relacionas al tema como es Diseño de un biofiltro para reducir el índice de contaminación por cromo generado en las industrias del curtido de cueros (Higuera Cobos, et al., 2008 pag. 206), El uso y

la caracterización de Cabuya "fibras Furcraea Cabuya" para la construcción de barreras reactivas permeables, y para la eliminación de metales pesados (Santillán Quiroga, 2013). En el estudio de retención de metales pesados en aguas sintéticas (preparadas en el laboratorio) utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya Furcraea andina como alternativa de biorremediación (Baldeón , 2013 p. 102), posterior a ello, se identificó el proceso productivo de la curtiembre El Nuevo Mundo, conociendo la realidad de la empresa en cuanto a la contaminación ambiental en cada una de sus etapas; la calidad del agua residual de la curtiembre presento niveles que superan los límites establecidos para descargas en alcantarillado público determinado por el TULSMA.

El tratamiento físico aplicado para la remoción de los parámetros a monitorear se basó en el diseño dos biofiltro de cabuya Furcraea andina con diferentes longitudes, de 0,10 m debido a la mayor remoción del Cr+6 según (Santillán Quiroga, 2013) y la cabuya tipo aserrín debido que no existen investigaciones y comparar que tratamiento es más eficiente para su remoción, además se realizó tres repeticiones en el cual el agua residual debe pasar por los biofiltros, así representará mayor fiabilidad en los resultados al analizarlos en el laboratorio.

El diseño experimental de la investigación es método descriptivo y aplicativo porque se pretende evaluar la calidad de agua inicial previo al tratamiento de filtración y posterior a este llevando la muestra al laboratorio y obteniendo resultados cuantitativos. Se aplicó un diseño experimental de Anova de un factor debido que son muestras aleatorias, el resultado de la aplicación permite obtener datos precisos sobre la eficiencia de la remoción de cada uno de los biofiltros y elegir que tratamiento es el más eficiente, los resultados finales demuestran que los dos tratamientos son eficientes para la remoción de Cr ⁺⁶ del agua de descarga de la curtiembre "El Nuevo Mundo", con un porcentaje de remoción del 50 % y 70 %.

JUSTIFICACIÓN

Desde el incario comienza la técnica de conservación de pieles, por tanto, el trabajo con cuero alberga tradiciones e importantes elementos culturales que se han ido transmitiendo de generación en generación en nuestro país teniendo en cuenta que esta práctica todavía se lo realiza de una forma artesanal, la industria de las curtiembres tienen un compromiso con el ambiente es importante buscar métodos que permitan solucionar con eficacia el problema generado y minimizar la contaminación, el curtido de pieles consiste en transformar la piel de un animal en cuero.

Para el efecto se realiza el proceso de curtido, el mismo que consiste en tres etapas principales denominadas ribera, curtido y post curtido, en los cuales se utilizan como insumos agua, energía y varios productos químicos la alta concentración de metales pesados en las descargas líquidas de la curtiembre tiene como consecuencia la contaminación del micro y macro flora presentes acumulándose en el organismo llegando a la cadena trófica hasta el ser humano provocando disminución de su calidad de vida.

La provincia de Tungurahua es el mayor productor de cuero del país según ANCE (Asociación Nacional De Curtiembres del Ecuador) abarca el mercado con un porcentaje de 75.58 siendo esta una de las actividades económicas destacadas, ubicada en Ambato la parroquia urbana La Península en donde se encuentra la curtiembre El Nuevo Mundo que va ser el blanco de la investigación datos obtenidos revela dosis altas de Cr^{+6} que están fuera límites permisibles por el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

La importancia de esta investigación es determinar si la cabuya con diferentes longitudes es eficiente para el tratamiento de aguas residuales producidas en el proceso, ya que la empresa envía sus descargas al alcantarillado público sin algún tratamiento previo por lo cual brinda todas la facilidades ya que los resultados son de total interés

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la reducción de concentración de Cr^{+6} en muestras de agua de la curtiembre “El Nuevo Mundo” en la ciudad de Ambato utilizando la cabuya como biofiltro a diferentes longitudes.

Objetivos específicos

- Realizar la caracterización de los parámetros a controlar del agua residual de la curtiembre el Nuevo Mundo
- Construir dos biofiltros con diferentes longitudes de cabuya
- Evaluar los parámetros a monitorear y escoger que tratamiento tiene mayor porcentaje remoción

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Diseño de un biofiltro para reducir el índice de contaminación por cromo generado en las industrias del curtido de cueros. La aplicación de la bioadsorción en la purificación de aguas residuales presenta un gran potencial, por biomásas naturales a través de hoja de café se pueden obtener en grandes cantidades, son baratas y pueden remover selectivamente Cromo (VI) de soluciones acuosas. Los resultados obtenidos permiten concluir que la biomasa es una buena alternativa para la implementación de filtros con la capacidad de remover el Cr (VI) de soluciones acuosas a flujo continuo. (Higuera, et al., 2008 p. 205)

El uso y la caracterización de Cabuya "fibras Furcraea Cabuya" para la construcción de barreras reactivas permeables, y para la eliminación de metales pesados. El uso de la cabuya para la construcción de barreras reactivas permeables para la eliminación de metales pesados concluye que al considerarse la lignina como un constituyente de la fibra de cabuya negro natural, muestra que en el tiempo que está en contacto con los contaminantes tiene buena capacidad de adsorción hacia metales pesados. (Santillán Quiroga, 2013).

En el estudio presentado por (Baldeón, 2013) la retención de metales pesados en aguas sintéticas (preparadas en el laboratorio) utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya Furcraea andina como alternativa de biorremediación concluye en los casos analizados de Cromo (Cr) 30 % - 37 % de retención, Cobre (Cu) 94%-95 % de retención, Plomo (Pb) 94.90 % de retención, Cadmio (Cd) 75 % - 85 % de retención, Hierro (Fe) 90 % - 95 % de retención y Níquel (Ni) 80 % - 85 % de retención, de hecho, se observa una alta eficiencia de remoción cercana al 100 %,

Estudios preliminares de la biomasa seca de *Eichhornia crassipes* como adsorbente de plomo y cromo en aguas. Se encontró que la planta *E. crassipes* seca y molida, por ser un material de constitución lignocelulósica y por consiguiente altamente hidrofílica, es muy efectiva como adsorbente de Pb y Cr en solución, de una forma rápida y sin requerir una infraestructura complicada para su uso. La *E. crassipes* puede ser utilizada como adsorbente de metales pesados en aguas residuales. (Carriña Gartner, 2013 pp. 81-92)

(Castro, 2015 pp. 20-28) uso de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, plomo y cromo en aguas contaminadas concluye. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se comprobó que la harina de cáscara de banano maduro presenta un gran potencial para la remoción de Pb (II) y Cr (VI), debido a los grupos funcionales (hidroxilos, carboxilos y alquilo) presentes en su estructura molecular, este tipo de residuo agroindustrial se puede considerar.

Diseño y construcción de 2 biofiltros con *Eichhornia Crassipes* Y *Lemna Minor* para la evaluación de la degradación de contaminantes en aguas residuales de la extractora río Manso exa s.a. “planta la comuna”, QUININDÉ. Cada uno de los biofiltros se conformó por un tanque de almacenamiento que permite el ingreso del agua hacia el biofiltro, un tanque de recolección y dos tubos de PVC perforados para facilitar la aireación. (Sarango Araujo & Sánchez Ramírez, 2016).

En la investigación análisis de la utilización de materiales alternativos en la remoción de sólidos totales presentes en el agua cruda” se concluye. Los resultados indican que los textiles y el algodón son capaces de remover alrededor del 90 % de sólidos en suspensión, y aproximadamente el 50 % de la turbidez, a excepción de la seda cuyas remociones están muy por debajo del promedio obtenido con los demás materiales, por esta razón no debería utilizarse para filtrar el agua. (Demera, 2015 pp. 35-47)

1.2. Bases Teóricas Generales

1.2.1. Biofiltro

El biofiltro es un método que busca imitar humedades que se encuentra en la naturaleza depurando aguas residuales, los biofiltros son humedades artificiales de flujo constante, diseñados para eliminación de contaminantes existente en este tipo de aguas pueden fluir de sentido horizontal o vertical (Water and sanitation program, 2008), El biofiltro Consiste en un conducto impermeabilizado en las paredes que contiene un lecho filtrante que puede ser de piedra volcánica, grava arena o cualquier otro material que contenga característica similares dentro de los cuales se da un proceso biológico realizado por bacterias que se encuentran dentro del mismo como las raíces, cascara de frutas , fibras vegetales las cuales fijan y degradan nutrientes contenidos tanto en el agua como en el suelo (Ideass, 2009)

Es una barrera permeable que los poros son más pequeños que la partículas que se encuentran en suspensión las cuales son separadas del fluido y retenidas en el biofiltro, los medios filtrantes los poros pueden ser más gruesos que las partículas que se van a separar a los que van a separar las cuales pueden acompañar al fluido alguna distancia a través del medio, pero son retenidas más pronto o más tarde por el medio filtrante en los finos intersticios que existen entre las partículas que lo constituyen. El medio filtrante acaba obstruyéndose por las partículas acumuladas; se debe entonces lavar con fluido claro para limpiarlo y permitir que siga la filtración (Gualteros, 2015 p. 39)

1.2.1.1. Piedra Pómez

La piedra pómez es un mineral de origen volcánico cuya composiciones es la sílice y la alúmina que tiene los siguientes porcentajes un 13 % de $Al_2 O_3$ y 70 % de SiO_2 es un roca con alta porosidad tiene la densidad de 0,4 y 0,9 g/cm³ también funciona como un buen aislante térmico con propiedades puzolánicas es esta característica su costo es bajo también de importancia en la elaboración de cemento ya que aumenta su durabilidad química ya que tiene aguante al ataque por aguas puras, ligeramente ácidas, agresivas también es de uso industrial se lo emplea en la fabricación de biofiltros abrasivos y en usos agrícolas (Estadística minera, 2003)

1.2.1.2. Arena

Arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas, es un material compuesto de partículas cuyo tamaño va desde 0,063 hasta 2 milímetros. Generalmente el componente más común de la

arena es sílice SiO_2 , aunque la composición varía dependiendo las condiciones propias de la roca. (Espinoza, 2000)

1.2.1.3. *Carbón Activado*

El Carbón activado granular es un material que se utiliza para filtrar químicos y microorganismos nocivos del suelo y del agua contaminados. A medida que el agua fluye a través de un filtro de carbón activado granular, los químicos se adsorben o se adhieren a la superficie y dentro de los millones de microporos de los gránulos del carbón activado un filtro de carbón activado o activo trabaja como tamiz extrayendo los materiales pesados que se encuentran, por ejemplo, en el agua y el aire; actuando así como un purificador.

El carbón activado es un material extremadamente poroso, posee poros menores a 2 nanómetros y son muy eficientes en los fenómenos de adsorción. Éste es un proceso que se basa en la atracción de moléculas pesadas a una superficie sólida, como por ejemplo el carbón, dejando pasar solamente las moléculas más puras de un líquido o un gas. (Condonchen, 2009).

1.2.2. *Agua residual*

Las aguas residuales se someten a diferentes tipos de procesos físicos, químicos y biológicos con el objeto de reducir su carga contaminante están compuestas por sustancia orgánica e inorgánica antes al vertido al medio ambiente se divide en aguas residuales urbana e industriales y pluviales. Las aguas domésticas incluyen las aguas de cocina, las aguas de lavadoras, las aguas de baño y las aguas negras procedentes del metabolismo humano.

Las aguas industriales proceden de actividades industriales que descargan sus vertidos a la red de alcantarillado municipal y presentan una composición muy variable dependiendo del tipo de industria. Las aguas pluviales o de tormenta arrastran partículas y contaminantes presentes tanto en la atmósfera como en los viales. En la mayoría de las ocasiones, donde los sistemas de alcantarillado son unitarios, las aguas de lluvia son recogidas por el mismo sistema que se emplea para la recogida y conducción de las aguas residuales domésticas e industriales. (Icrew, 2006)

El agua residual industrial contiene materias que son transformadas o producidas en las empresas o desechos de fabricación. Puede contener sustancias orgánicas e inorgánicas, sustancias solubles insolubles; puede ser ácida o alcalina, coloreada o no, puede contener aceites, sustancias tóxicas y sustancias nauseabundas.

En general, las grandes empresas industriales tratan el agua residual en sus propias plantas de tratamiento. El agua residual de las empresas de menor importancia se vierte a red sin tratamiento previo y tiene que ser tratada al mismo tiempo que el agua residual doméstica en las plantas de tratamiento de las colectividades públicas estatales. (Deutsche, 1990 p. 87)

1.2.3. Características del Agua residual

1.2.3.1. Remoción de metales pesados

Sustancias tóxicas y metales pesados (cianuros, biocidas, ácidos, alcalis, cobre, cromo, níquel, zinc, plomo, cadmio, mercurio, etc.) en concentraciones bajas afectan a la biota y al hombre, se acumulan en el organismo y producen afecciones crónicas difíciles de reconocer. Proviene de la industria química y farmacéutica en general.

Para el cálculo de porcentaje de remoción se lo realizara por la siguiente formula en cada uno de los parámetros establecidos tomado de (Sarango et al, 2016 pp. 35)

$$\% \text{ Porcentaje de remoción} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración Final}}{\text{Concentración Final}} * 100$$

1.2.3.2. Turbidez

Se refiere a lo clara o turbia que pueda estar el agua. El agua clara tiene un nivel de turbidez bajo y el agua turbia o lodosa tiene un nivel alto de turbidez. Los niveles altos de turbidez pueden ser causados por partículas suspendidas en el agua tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton. La tierra puede llegar al agua por la erosión o el escurrimiento de tierras cercanas. Los

sedimentos pueden ser revueltos por demasiada actividad en el agua, ya sea por parte de los peces o los humanos. (Reitec, 2010)

1.2.3.3. Olor

Las impurezas orgánicas disueltas producen olores y sabores indeseables, que son difíciles de evaluar por su naturaleza sugestiva. Los olores en el agua son debidos a pequeñísimas concentraciones de compuestos volátiles. La intensidad y lo ofensivo de los olores varía con el tipo; algunos son de tierra y moho, mientras que otros son putrefactos, producidos por la polución con desechos industriales por ejemplo como Fenol y los derivados del petróleo (Albeitar, 1999)

1.2.3.4. Solidos suspendidos

Termino solidos hace alusión a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 μm (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. (Aznar, 2016 pp. 12-19)

1.2.3.5. pH

Es una medida de la concentración de iones hidronio (H_3O^+) en la disolución. Se determina mediante electrometría de electrodo selectivo (pHmetro) conservando la muestra en frasco de polietileno o vidrio de borosilicato en nevera menos de 24 h, obteniendo la concentración en valores de pH entre 1 y 14. Las aguas con valores de pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de las piezas metálicas en contacto con ellas, y las que poseen valores mayores de 7 se denominan básicas y pueden producir precipitación de sales insolubles (incrustaciones).

En las medidas de pH hay que tener presente que estas sufren variaciones con la temperatura (Aznar, 2016 pp. 12-19). Este parámetro es de gran importancia en la investigación ya que se debe tener un Ph superior de 5 es decir un medio básico debido al grado de absorción de metal se da en este estado ya que es un catión y tiene afinidad a la cabuya para la remoción en este estado ya que en Ph ácidos la absorción es baja por que no es afín en este medio por lo cual mantendremos un una medio básico

1.2.3.6. Conductividad

La conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución. La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua (cuenca). Por ejemplo, aguas que corren en sustrato graníticos tienden a tener menor conductividad, ya que ese sustrato está compuesto por materiales que no se ionizan.

Descargas de aguas residuales suelen aumentar la conductividad debido al aumento de la concentración de Cl^- , NO_3^- y SO_4^{2-} , u otros iones. Debe tenerse en cuenta que derrames de hidrocarburos (aceites, petróleo), compuestos orgánicos como aceites, fenol, alcohol, azúcar y otros compuestos no ionizables (aunque contaminantes), no modifican mayormente la conductividad. La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro. (Icrew, 2009)

1.2.4. Cabuya

La cabuya andina existe en el Ecuador y su crecimiento es espontaneo debido a su sistema radículas por la habilidad de crecer en laderas pobres se encuentra principalmente en la región sierra produce fibras delgadas y fuertes obtenidas de las hojas las cuales tiene diversos usos productos textiles, hace las veces de jabón, leña, el jugo como fijador de colores, alimento para el ganado.

1.2.4.1. Taxonomía

Comprende cerca de 20 especies diferentes, algunas de las cuales se utilizan para la extracción de fibras. Frecuentemente estas especies han sido confundidas con las pertenecientes al género Agave, de las cuales son completamente distintas desde el punto de vista botánico. El nombre del género es también a veces erradamente designado como *Fourcroya* (Spreng, 1817) o *Furcroea* (Haw, 1819). El género *Furcraea* fue llamado así por Etienne Pierre Ventenat en 1793, en honor del conde Antoine de Fourcroia.

Las plantas del género *Furcraea* forman rosetas de hojas grandes y carnosas, semejantes a las de muchas especies del género *Agave*, pero en vez de la fuerte y grande espina terminal de las hojas de esta última, terminan en pequeñas puntas coriáceas o a veces pueden tener una pequeña y débil espina. Las flores de las *Furcraeas* son numerosas, péndulas blanco y verdosas. Herbácea grande, de hojas verdes, largas y delgadas, provistas de espinas en sus bordes; escapo sólido y pesado. Sus hojas son carnosas y muy fibrosas.

Planta adulta con tronco de 3 dm de espesor, hojas verdes de forma lineal lanceolada de a 5 a 20 dm de largo y de 8 a 14 cm de ancho, con bordes lisos, dentados o aserrados. Crece de 800 a 2.5000 msnm, su vida varía entre 12 y 20 años con casos especiales de 60 a 70. La fibra es dura, fina, brillante y blanca, la producción normal es de 1kg al año por planta con producciones excepcionales de 3 a 6 kg al año. (Universidad De San Buenaventura, 2004)

División:	Embriofitas Sifonógamas
Sub-división:	Angiospermas
Clase :	Monocotiledóneas
Orden:	Lilifloras
Familia:	Amarilidáceas
Sub-familia:	Agavoideas
Género:	<i>Furcraea</i>
Especie :	<i>Furcraea Andina</i>

Figura 1-1: Embriofitas Sifonógamas

Fuente: Pérez Mejía, Jorge, El Fique, su taxonomía cultivo y tecnología.

1.2.4.2. *Obtención de fibra de cabuya*

Las fibras se obtienen de las hojas carnosas de las plantas siguiendo un proceso determinado: Ablandado y desfibre de las hojas: Se colocan en remojo con agua varios días y luego se majeaba (aplastaba) y el proceso de rpiado (golpeado) con un palo a mano o a máquina. Al momento de obtener la fibra: Se la obtiene con residuos de bagazo y con un color amarillento sucio. En el proceso de lavado y eliminación de impurezas: Se lava la fibra con jabón, se la azota o se raspan las impurezas con una cuchara o un filo. Secado de las fibras: Se dejan secar al sol. (Universidad De San Buenaventura, 2004)

1.2.4.3. *Características químicas de la cabuya*

Un elemento muy importante que caracteriza a la mayoría de las fibras es la lignina, que es un polímero natural cuya estructura es muy compleja, tridimensional y presenta varias ramificaciones de grupos hidroxilo. A pesar de que tiene un relativamente bajo peso molecular, la lignina no es soluble en agua, tiene una fuerte resistencia a las reacciones químicas y una gran superficie (180m² / g). Su peso molecular varía de 2000 a 15 000 g / mol. Las propiedades de este compuesto revelan que tiene un buen potencial para ser utilizado como un medio de absorción para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales (Mohanty & Hinrichsen, 2000 pp. 65-78)

Esta revisión muestra el estudio de materiales lignocelulósicos, tipo fibra y residuos vegetales modificados químicamente para la remoción de metales divalentes como el plomo, el níquel y el cromo, elementos altamente tóxicos. Los tratamientos químicos para estos materiales incluyen modificaciones principalmente con ácidos y transformación a carbón activado, se establece que estos aumentan la eficiencia de remoción de la matriz, al incluir en estos grupos hidroxilo y carboxilo a los cuales se ha asociado el proceso de adsorción (Tejada et. al, 2014 p. 10),

El estudio de sobre la interacción entre los metales pesados y las fibras naturales mostró., tamaño, y otros componentes químicos en las fibras que pueden ser importante en la eliminación de metales pesados de la solución acuosa usando Lignina. El objetivo final de esta investigación es seleccionar la fibra lignocelulósica más eficaz para eliminar Iones metálicos basados en criterios conocidos (Tejada et. al, 2014 p. 12).

La composición química de la fibra de cabuya varía según la especie, las condiciones climáticas, el tipo de suelo y el tipo de procesamiento de la fibra, pero de manera general se ha encontrado la presencia de celulosa, hemicelulosa y lignina como sus componentes principales. (Zambrano, 2016 p. 22)

Tabla 1-1: Componentes de la cabuya

Componentes	Porcentaje contenido
Cenizas	0,70 %
Humedad, ceras , grasas	1,90 %
Pentosas	10.50 % - 17,7 %
Celulosa	62,70 % - 73.80%
Lignina	11.30 % - 15,5%

Fuente: 1er Congreso Internacional de fibras de naturales; Antioquia-Colombia

1.2.5. Mecanismos de biosorción metálica

La biosorción de metales es un proceso complejo, que involucra diversos mecanismos, y que además se ve seriamente afectado por muchos factores; entre los mecanismos que incluye se encuentra la quimisorción, adsorción, intercambio iónico, y distribución en la superficie de adsorción pero en general el proceso de adsorción sea cual sea la naturaleza del adsorbente se puede explicar cinéticamente transferencia del metal desde la fase líquida hasta la película que rodea al adsorbente mediante un proceso de difusión, donde la concentración del contaminante en fase líquida, luego una transferencia a través de la película líquida hacia el adsorbente. (Tejada et. al, 2014 p. 14).

Posteriormente, se da la difusión del metal en el adsorbente, ya sea en el líquido intraparticular o de un sitio del adsorbente a otro, para que finalmente se dé el proceso de adsorción, químico o físico, donde se dan como tal las interacciones del metal en los sitios activos del adsorbente. Igualmente, es esencial para comprender como se da la unión metal-biomasa identificar la estructura principal de los adsorbentes de origen vegetal, siendo trascendental la función de la pared celular, la cual está constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina.

También se realizaron estudios con la cascara de banano (Castro, 2015) ya que es un compuesto lignocelulósico la cual está compuesta por hemicelulosa, lignina y celulosa sus porcentajes son los siguientes: Lignina 14 % , almidón 39 % , humedad 89 % , celulosa 13 % y Calcio 0,26 % se lo realiza según su diámetros obtenidos del procesamiento de la cascara de banano tratando y convirtiendo en polvo , el tipo de agua utiliza para el proceso es sintética es decir de lo contamina intencionalmente para obtener resultados de remoción.

Los cuales obtienen una gran capacidad de remoción de Cr^{+6} el pH juega un papel importante en la remoción del metal ya que se debe mantener superior a 5 debido que es un catión caso que es diferente si fuera anión en valores inferiores de 5 para el tiempo de la absorción es primero en forma lineal en la primeras horas de ahí decae ya que el sistema se satura el tiempo de saturación es de 48 horas lo cual permitió una solubilidad total de la harina.

Pero también existente estudios cascara de bengala, cascara de maní, las agujas de pino, la piña, aserrín, las cascara de aguacate, cascara de nuez, hojas de café, algas marinas, residuos de té verde ,salvado de trigo, hojas de roble, corteza de pino variando el contenido de lignina por lo cual afecta su grado de absorción de metal pesados. La hoja de café es utilizada por (Higuera, et al., 2008 p. 26) en un filtro dual obteniendo un mayor grado de absorción de Cr^{+6} a diferencia de filtro rápido el cual contiene un componente y el medio filtrante es de arena y hoja de café o antracita y hoja de café los cuales no tiene un resultado de remoción esperados no retiene el metal pesado por lo cual diseña y se construye un filtro con diferentes componente que en conjunto ayuda a mejora al absorción del contaminante.

Las capaz del biofiltro son grava, hoja de café, arena, hoja de café y antracita asegurándose que tiene un porosidad isotrópica ya que los componente tiene que ser uniformes para que la permeabilidad sea en todas sus direcciones lo cual es importante para mi investigación ya que se a tomar el filtro dual pero con la variación de implementación de cabuya a diferentes longitudes el agua es residual proveniente de curtiembre para la construcción un factor que no afecta en funcionamiento de filtro es la geometría que se elija pero se debe tener en cuenta la geometría y las ventajas que cada una desplieguen el filtro debe buscar tener el mayor tiempo posible en contacto con el medio filtrante (hoja de café) por lo cual se elige la geometría redonda para el biofiltro de cabuya .

Para el diseño de construcción de dos biofiltros (Sarango Araujo & Sánchez Ramírez, 2016) para la degradación de contaminantes en aguas residuales provenientes de la industria de aceite de palma lo cual produce algunos subproductos como torta de palmiste es tipo de actividad generan un alto impacto ambiental el medio filtrante para esta investigación es de dos especies vegetales

Eichhornia crassipes y *Lemna* mino que comúnmente se les conoce como lechuguin y lenteja de agua esta planta poseen similitud física como el tamaño y el número de hojas esta especie vegetal se le conoce por su capacidad de depuración de contaminantes en aguas residuales, el material filtrante utilizado es arena, grava y piedra pómez debido a su eficiencia y porque son económicas se la pueden encontrar fácilmente los materiales filtrantes son puesto en el autoclave durante 45 minutos con el objetivo de evitar la contaminación para la construcción de los dos biofiltros en la parte superior tiene un recipiente plástico de 60 litros parte media se encuentra el biofiltro y en la parte inferior un recipiente para la captación de agua.

Los recipientes tienen una llave de paso para la evacuación del agua residual tiene un altura de 0,66 metros la distribución del agua se lo hace por gravedad tiene un codo y una manguera perforada que permite su distribución por partes iguales el biofiltro contiene una capa de arena en el medio de cada capa tiene una malla para evitar arrastre del material , capa de gavilla y finalmente una capa de piedra pómez , al medir el pH se realizó un prueba para ver si las plantas se adaptaban dando como resultado que la lentejas de agua no presentan ninguna alteración mientras que los lechuguines se marchitaron el valor es de 4,28 siendo un pH ácido por lo cual se tiene que hacer un ajuste para llevar al agua residual a un pH neutro por lo cual se necesita hacer un ajuste para lograr el pH deseado para tener la mejor condición para el desarrollo de estas plantas la cantidad de muestra tomada es de 118 litros en la salida de la trampa de grasas está ubicado el punto de muestreo los parámetros que se pretende monitorear son : DQO, DBO₅, Aceites y grasas , Sólidos totales, Sólidos suspendidos ,Fósforo total, Hierro , Nitrógeno total , Coliformes fecales el agua entra al biofiltro es de 2 litros hora el diseño experimental empleado es t-student lo cual tubo los resultados que entre los dos tratamientos no hay diferencia significativa es decir que cualquiera de los biofiltros se puede escoger ya que son eficiente para la remoción de los parámetros a monitorear .

En la investigación (Demera et. al, 2015 p. 35-47) utilizan como material filtrante las telas como algodón, seda, poliésteres y fieltro los parámetros a monitorear son los siguientes: sólidos totales, sólidos suspendidos y turbidez los medios filtrantes están colocados en una manguera de vinil que posee anillos para evitar que se derrame el agua residual que tiene una longitud de 0,10 m conectada a una bomba de 47 watts de potencia los medios filtrantes se debe asegurar que estén completamente limpios y no contaminarlos se colocaron 40 capas de cada tipo de tela en el filtro en el extremo existe un accesorio que reduce la velocidad para no tener fugas en el sistema se debe colocar abrazaderas en el balde se vierte de dos litros para realizar los análisis de laboratorio se toma una muestra de 300 ml las muestras son obtenidas del recinto la alianza ubicado en la provincia

del Guayas los moradores de este recinto no disponen de agua potable por lo cual toma directamente del río que pasa por el sector o de la lluvia el río se llama Zapan los resultados preliminares demuestran que el agua se encuentra turbia de color oscuro al pasar por el filtro toma un color cristalino debido que se redujo los sólidos suspendidos las telas presentan eficiente grado de remoción de los parámetros establecidos excepción de la seda cuyas remociones están muy por debajo del promedio obtenido con los demás materiales, por esta razón no debería utilizarse para filtrar el agua.

El autor (Baldeón, 2013) y (Santillán Quiroga, 2013) son estudios muy similares con cabuya *Furcraea* andina para tratar agua sintéticas contaminadas en laboratorio por metales pesados se contamina con cromo, cobre, cadmio, níquel, hierro, bario y plomo para determinar el diámetro de la cabuya se lo realiza a través del microscopio electrónico de barrido para la obtención del porcentaje de lignina es igual a las establecidas en libros para contaminar al agua se realizan cálculos para saber de cuánto es la concentración a tratar de cada metal pesado en estudio para determinar la permeabilidad se lo realiza mediante un botella Marriot la cual contiene cabuya en su interior es una botella que permite el paso de agua a su interior por orificio pequeños colocados estratégicamente esto se lo debe realizar durante 24 horas saturando a la cabuya y por diferencia de peso obtener este parámetro el agua fluye a través de una bomba peristáltica con flujo ascendente para evitar la salida de aire un tubo de 1.5 pulgadas de diámetro y una altura de 60 cm en su interior contiene cabuya se filtra aproximadamente 2 litros en el sistema se evalúa al inicio y al final obteniendo agua tratada para cada uno de los parámetros se monitorea al determinar el pH que tiene la fibra de cabuya es de 6,7 es decir valor neutro dentro de la escala la permeabilidad de la cabuya es isotrópica.

Por lo cual se han realizado estudios con cabuya siendo de vital importancia para el desarrollo de la presente investigación teniendo un grado aceptable de remoción pero no se ha investigado que pasa si a la cabuya lo hacemos tipo aserrín y que pasa con las diferentes longitudes es decir que los estudios demuestran que la mayor eficiencia es de 0,10 m por lo cual se tomará estos datos y se lo comparará con el tipo aserrín

1.2.6. La curtiembre el nuevo mundo

La Curtiduría “Nuevo Mundo”, actuando dentro de su misión, es la recepción, remojo, curtido, teñido, engrasado, terminado de pieles, cumpliendo con la legislación local y normas corporativas que regulan su actividad y orientando sus operaciones hacia la satisfacción del cliente, mediante el manejo responsable de sus productos, la seguridad de sus trabajadores e instalaciones, la minimización de los impactos ambientales y la implementación de procesos de mejora continua.

Nos comprometemos a trabajar de acuerdo a los siguientes objetivos:

- Satisfacción del cliente.
- Desarrollo de la empresa.
- Seguridad, Salud y Ambiente.

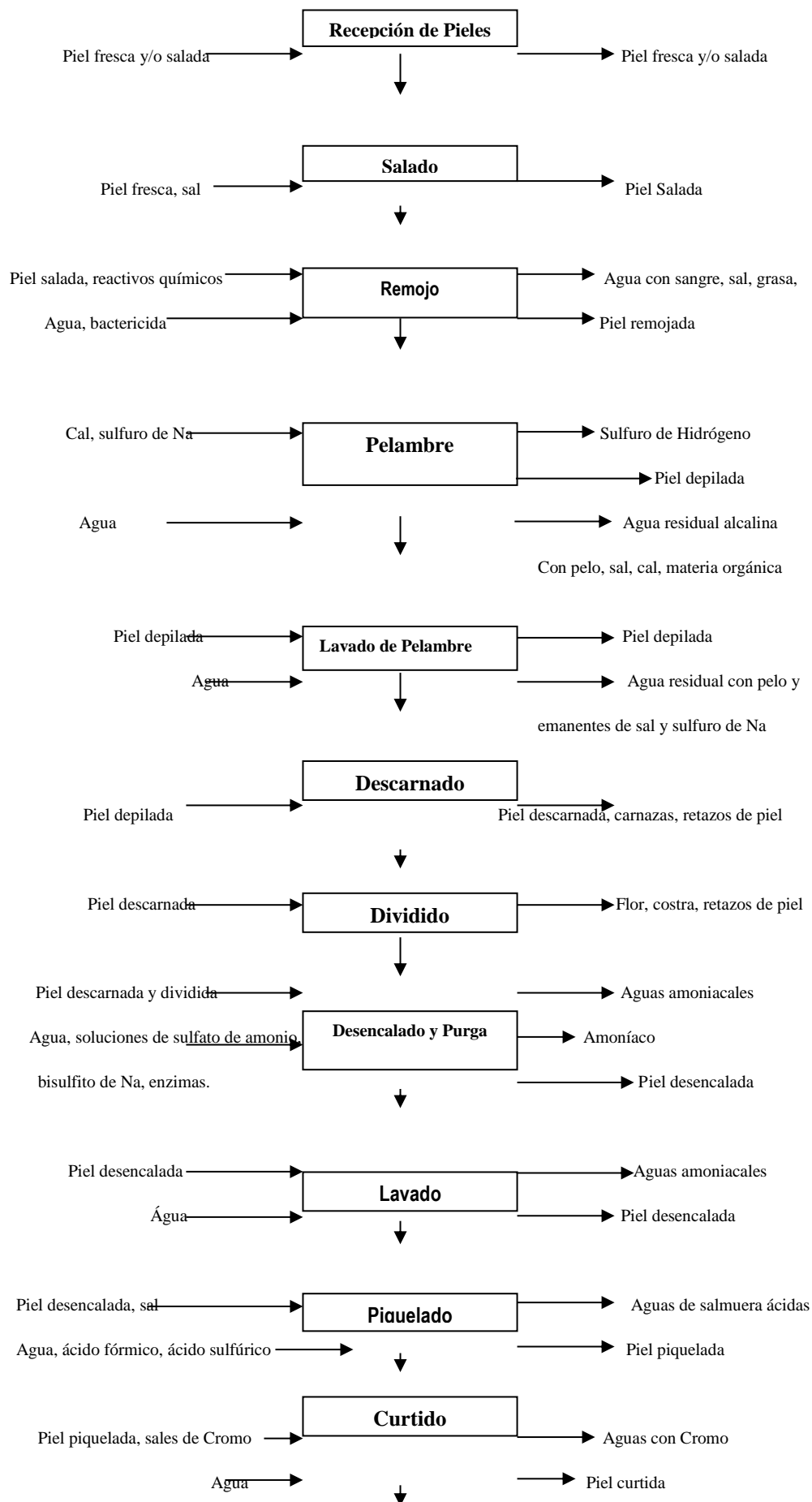
Relaciones con los proveedores Los desechos de curtiembres contienen constituyentes en cantidades variables y significativas de acuerdo a la materia prima, proceso y producto final. El vertido líquido (que arrastra materia orgánica y restos de productos químicos) es el de mayor significación. Para convertir una piel en cuero, los procesos más importantes (remojo hasta recurtido) se efectúan en medio acuoso. Cada etapa del proceso va generando residuos industriales líquidos con distintos grados de contaminación. Las etapas de ribera y curtido se realizan en grandes recipientes cilíndricos de madera llamados fulones o bombos, a los cuales se ingresan las pieles, agua y reactivos químicos necesarios. En la etapa de acabado se ocupan equipos de acondicionamiento físico en seco.

La secuencia del proceso productivo sigue las siguientes etapas principales

Tabla 1-2: La secuencia del proceso productivo sigue las siguientes etapas principales

PROCESO	ETAPAS.
<p>RIBERA.</p> <p>Preparar piel para curtición, limpiándola y acondicionándola para asegurar correcto grado de humedad.</p> <p>Procesos permiten eliminar pelo o lana de piel.</p> <p>Etapas con mayor consumo de agua y su efluente presenta elevado “pH”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de la piel. • Salado o curado de pieles. • Remojo. • Pelambre. • Descarnado y dividido. • Desencalado y Purgado.
<p>CURTIDO.</p> <p>Agentes curtientes minerales (sales de cromo), estabilizan colágeno de piel transformándola en cuero.</p> <p>Genera efluente con pH bajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Piquelado. • Curtido.
<p>PROCESOS MECÁNICOS DE POST-CURTICIÓN.</p> <p>Espesor específico y homogéneo al cuero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ecurrido. • Rebajado y raspado.
<p>PROCESOS HÚMEDOS DE POST-CURTICIÓN.</p> <p>Agregar otros curtientes en combinación o no con cromo, para modificar propiedades de colágeno ya estabilizado y adecuarlas a artículos determinados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Neutralización. • Recurtido. • Teñido. • Engrasado.
<p>ACABADO o TERMINACIÓN.</p> <p>Presentación deseada a cuero teñido y seco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionado. • Ablandado. • Lijado. • Pintado. • Planchado.

Realizado por: William Carrillo, 2017



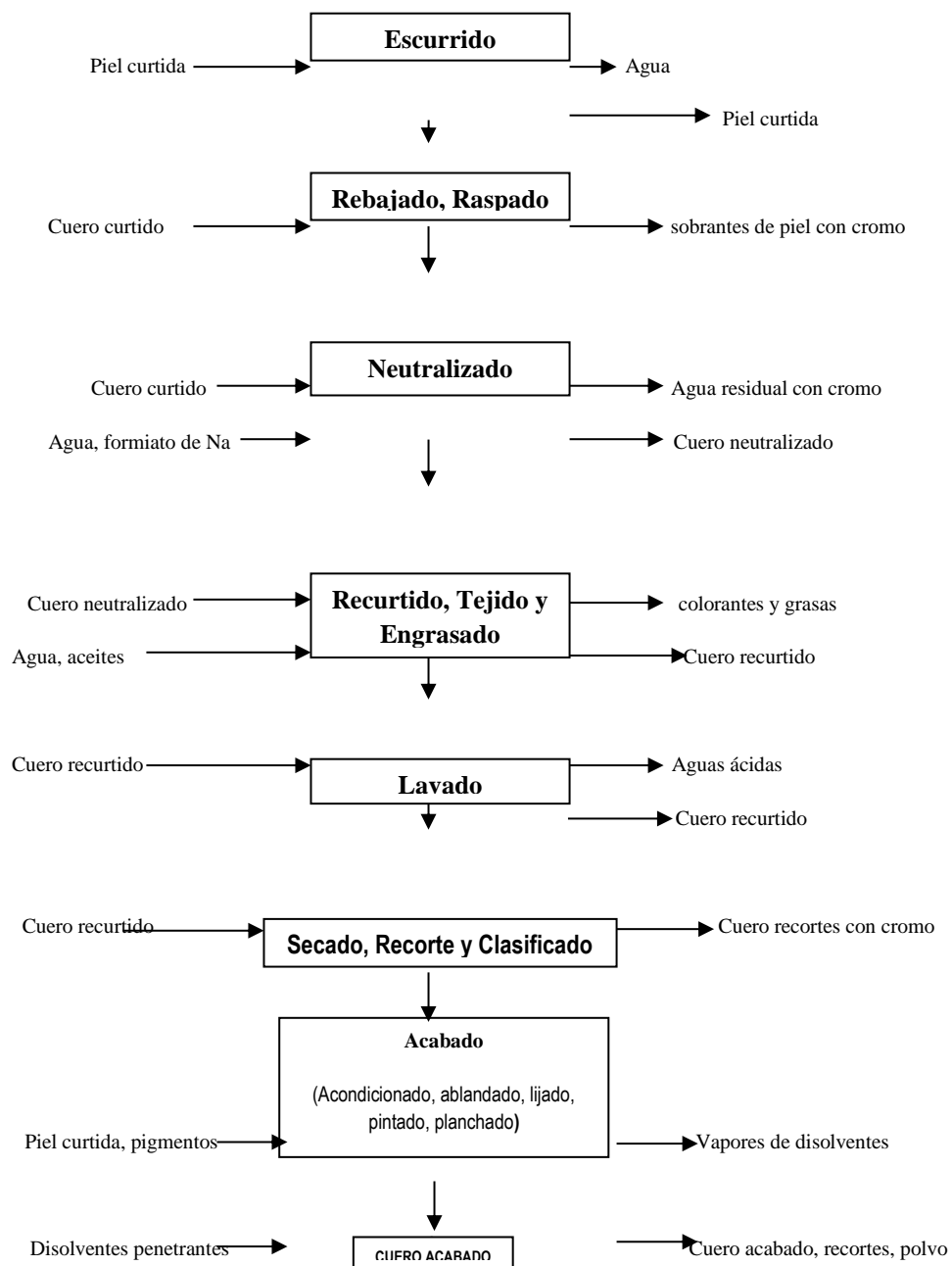


Figura 2-1: Diagrama de flujo curtiembre

Realizado por: William Carrillo, 2017

El diagrama presentado es casi similar al presentado en la investigación de Diseño de un plan comunicacional para la industria de las curtiembre, basado en marketing ecológico (Rincón Alvarado, 2012) variando en los siguientes procesos (salado, pelambre, dividido, lavado) se diferencia porque esta de un forma compacta y en la presenta investigación está de una manera más detallada los procesos principales los cuales derivan subproceso se tiene una forma más completa de la situación de la empresa

1.2.7. Planta de producción

Luego de ser faenados los animales, las pieles extraídas son tratadas con sal en grano por el lado de carne, con lo que se evita la putrefacción y se logra una razonable conservación, es decir una conservación adecuada para los procesos y usos posteriores a que serán sometidas las pieles. La recepción de la materia prima se lo realiza en la entrada de la curtiduría los cuales son salados para luego ser procesados. El proceso de curtación de pieles tiene diferentes pasos a seguir los mismos que van desde la recepción de la materia prima fresca, salada hasta los diferentes acabados que son de acuerdo a lo solicitado por los clientes.

1.2.8. Etapa de rivera

En esta etapa conlleva desde la recepción de materia prima, remojo, lavado, pelambre, descarnado y dividido. Este proceso se establece que para cada parada que es 100 pieles las mismas que tiene un promedio de 25 kilos de peso.

Recepción de materia prima: La recepción de la materia prima se lo realiza en piel fresca o salada, que proviene de ganado vacuno.

Pre remojo: Consiste en la limpieza de residuos superficiales, usamos 200 litros de agua a 20 °C por un lapso de 30 minutos.

Remojo: Consiste en rehidratar la piel al punto de devolver el agua a su estado primitivo de la piel recién retirado del animal humectol rápido por 3 horas. Para este proceso utilizamos 200 litros de agua, tensoactivos, bactericidas, por un período de 3 horas, seguidamente hacemos una lavada con 200 litros de agua a 28 °C.

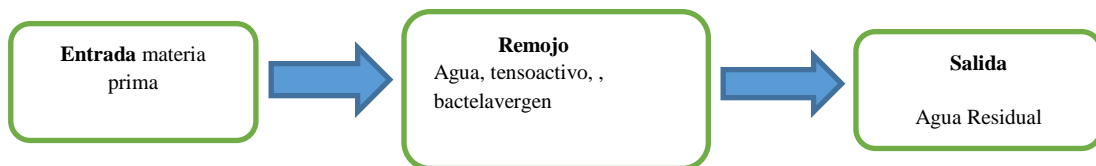
Pelambre: Consiste en remover la camada epidérmica junto con los pelos a través de agentes químicos y encalado que tiene como finalidad el hinchamiento de la piel para proporcionar la abertura fibrilar. Para este proceso se utiliza 70 litros de agua, depilante cal sulfuro de 240 minutos. Para este proceso se carga 400 litros de agua de acuerdo a la cantidad de kilos + 2 % de sulfuro, 2 % de cal, sal, humectante dejamos por el lapso de 3 horas, luego dejamos reposar para descarnar. Proceso a través del cual se extrae o disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior de la piel, el desdoblamiento de fibras y fibrillas.

Descarnado: Consiste en remover la carnada hipodérmica de la piel mediante acción mecánica de los rodillos de transporte de una descarnadora, de ese modo serán eliminado los residuos de gordura y apéndice que aún estuvieron adheridos a la estructura. Se da varios usos como se venta de zapatos y gelatina

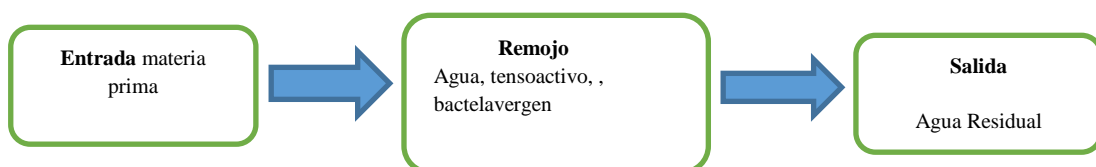
División: Consiste en dividir las camada flor y el descarne de acuerdo a la espesura deseada, los residuos son enviados al botadero a cielo abierto del GAD del Municipio de Ambato.

Recorte: La operación de recorte sirve para retirar las aparas caldeadas que pueden presentar gorduras adheridas a la piel. Seguidamente se somete al pesado en un bombo de 2,5 x 2 metros con un peso de 900 kilos. Este proceso es similar al presentado por es la investigación estudio económico financiero del aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarne “unche” derivado del proceso de curtación en el municipio de villapinzon – cundinamarca (Rojas, 2010 p. 30).

Remojo



Pelambre



Descarnado

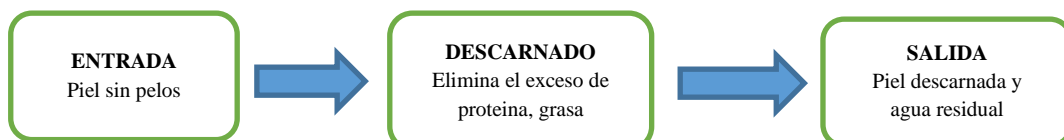


Figura 3-1: Etapas de curtiembre

Realizado por: William Carrillo, 2017



Figura 4-1: Secado de piel

Realizado por: William Carrillo, 2017

1.2.9. Etapa de curtido

En esta etapa comprende el desencalado, purgado, piquelado y curtido

Desencalado: Consiste en la eliminación de cal químicamente ligada, usamos sales altamente solubles. Esta cal no puede permanecer en la piel y debe ser retirada a través del lavado con agua y del tratamiento con productos biodegradables amigables con el Medio Ambiente. Para este proceso utilizamos 500 litros de agua a 35°C, biosecalante, y tensoactivos, por un período de 1 hora.

Purga: Constituye en la limpieza de la piel y regulación del pH, lavado posteriormente con 250 litros de agua

Piquelado: Tiene como objeto preparar las fibras de la estructura para el curtido, pues el curtido difunde mejor en medio ácido y así preparar las fibras para recibir el curtiente. Cargamos de agua en el tambor al borde de las pieles, con sal al 7 %, luego de 15 minutos añadimos un 0,6 % de ácido sulfúrico disuelto en 20 litros de agua, para 4 etapas y luego añadimos ácido fórmico al 0,6

% también disuelto en 5 litros de agua y ponemos directamente en una sola carga, dejamos reposar por 12 horas.

Curtido: Es el proceso que transforma la piel en material no putrescible a través de la recirculación de la cadena proteica reaccionando con sales de cromo curtiente y lo hacemos en el mismo baño de piquel, con un 7-8 % de cromo con 33 % de basicidad con un tiempo de 45 minutos. Y finalmente 1.5 de BASIFICANTE por un lapso de 6 horas a una temperatura de 35 °C. Secado retiramos por acción mecánica el exceso de agua de la piel. la reticulación de la cadena proteica reaccionando con sales de cromo curtiente Luego neutralizamos por el lapso de 1 hora en turnos de cada 10 minutos agregamos el bicarbonato diluido en 50 litros de agua al 1,5 %, dejamos rodar por 6 ½ horas con un pH de 3.5 a 4. Arrojamus el baño y planchamos dejando reposar por 1 o 2 días.

Rebajado: Consiste en dejar la espesura o ideal para determinado artículo, se genera aproximadamente 1,2 kg de rebajado por cada pieza de cuero en tanto q se realiza en un bombo 2 x 2 donde su capacidad máxima es de 250 kg. Dependiendo del artículo puede variar la espesura por ende el peso

Lavado, Neutralizado y Recurtido catiónico: Es el proceso donde se usan álcalis débiles solos o en conjuntos con álcalis fuertes para la reducción de la acidez de los cueros facilitando la penetración de los productos recurtientes anionicos. En este proceso se utiliza 150 litros de agua a 40 °C con ácido fórmico más ácido orgánico con un tiempo de 40 minutos. Con el fin de igualar la carga, y rehidratar luego de este proceso lavamos con unos 300 litros de agua.

Posteriormente se realiza un re cromado con 150 litros de agua a 35 °C, cromo, completamente por 30 minutos; con el fin de suplir las deficiencias del curtido y luego se agrega formiato de sodio, neutralizante por 60 minutos más, luego lavamos con 150 litros de agua. Tiene la finalidad de reducir la acidez de los cueros facilitando la penetración de los productos recurtientes. A continuación se hace un lavado con 100 litros agua ambiente con el fin de eliminar la acidez libre.

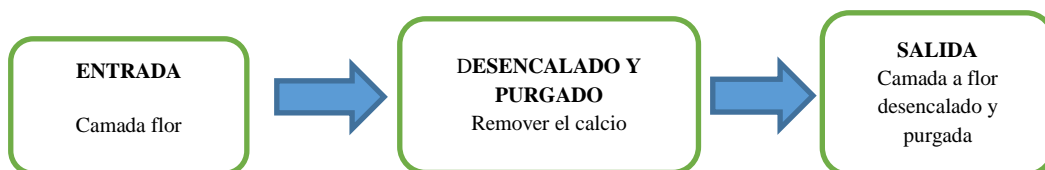
Teñido Engrasado: En este proceso se utiliza colorantes básicos (anilinas) con el fin de proporcionar el color requerido. Se utiliza tanino vegetal, tanino biodegradable, tanino resinoso, polifenoles anilina por un tiempo de 160 minutos. Luego con un 150 litros de agua a 60 °C más

ácido fórmico por 30 minutos. Este proceso permite dar características al artículo, como solidez, elasticidad. Con 150 litros a 60° C, más grasa sulfatada, éster fosfórico, lecitina de soya con un tiempo de 60 minutos se logra lubricar las fibras y dar así flexibilidad, suavidad a las prendas, fijar las anilinas, las grasas agregando ácido fórmico por 30 minutos.

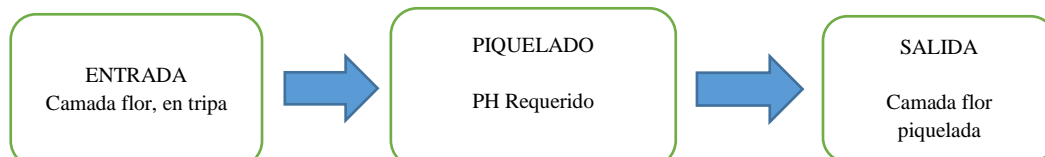
Etapas de Acabado: Tiene como objetivo el grado final del proceso de la fabricación, es llevar a las pieles a un estado en que puedan ser usados en el requerimiento del cliente. Otorgamos mayor resistencia a la luz, brillo, color, a la piel incorporando ciertos aditivos como pigmentos, lacas al agua, complejos metálicos, ceras, lacas solvente, fillier, silicones, espesantes, penetrantes los acabados de los cueros son: Anilina (acabado donde son usados solamente colorantes), Semianilina (acabado donde son usados resinas, caseínas, pigmentos, corantes, fillers y ceras), generalmente es un acabado de media transparencia y brillo ,finalmente el acabado Pigmentado (que son acabados de cobertura más espesa, con una tinta más viscosa a base de resinas, fillers, ceras, pigmentos).

En esta fase lo hacemos una aplicación con acabado pigmentado por intermedio de una pistola, para seguidamente realizar un lacado a soplete, para luego ser prensado, saneado y medido. Proceso es similar al presentado en la investigación estrategias de calidad en los servicios para mejorar el nivel de satisfacción de los clientes de la curtiembre cuenca S.A.C. Trujillo – la libertad (Jara, 2014 pp. 42-56)

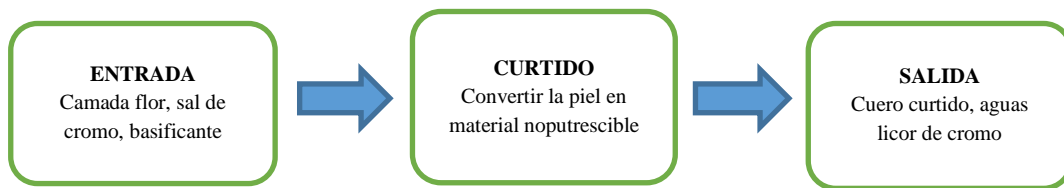
Purga



Piquelado

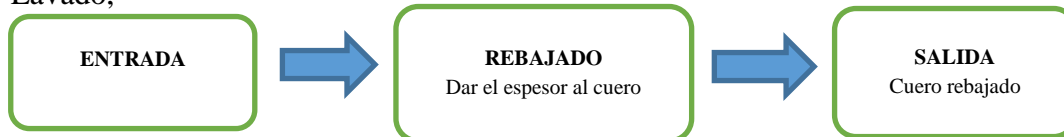


Curtido

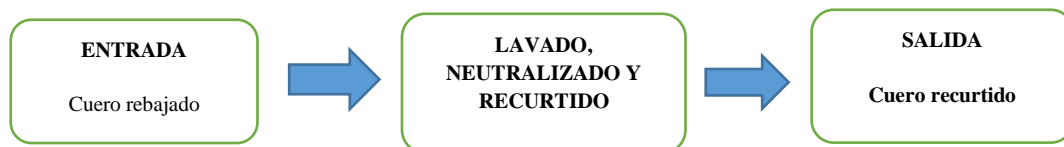


Rebajado

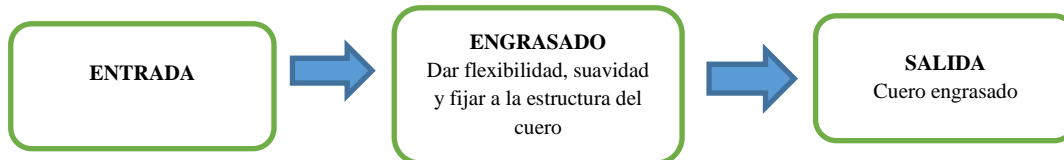
Lavado,



Recurtido catiónico



Teñido y Engrasado



Etapas de acabado

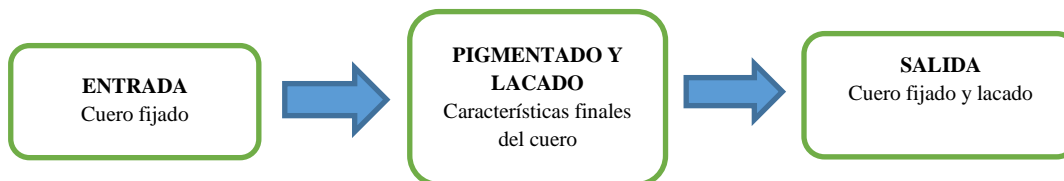


Figura 5-1: Etapas de la Curtiembre

Realizado por: William Carrillo, 2017



Figura 6-1: Tambores de curticion

Realizado por: William Carrillo, 2017

1.2.10. Puntos de generación de residuos

Pelambre: al terminar obtenemos como residuos sólidos los pelos de la piel del animal. , en el curtido liberamos las grasas que posee la piel, la cual en cada lavada va desechando a los pozos de decantación., engrase con la primera lavada en este proceso se liberan los residuos de viruta de raspado sobrantes .se realiza en el desfogue de las aguas hacia el alcantarillado público, se realiza en cada uno de los procesos como son: curtido, pelambre, engrasado. El agua se toso el proceso se lo capta en un tipo tanque el impulsado por una bomba de agua pasa a un tanque plástico se almacena y se lo vierte a la alcantarilla



Figura 7-1: Almacenamiento de Agua residual

Fuente: Carrillo William, 2017

1.2.11. Normativa

La empresa “El Nuevo Mundo” realiza su descarga de agua residual de todos sus procesos de producción al sistema de alcantarillado público por lo cual tenemos que revisar en el TULSMA para constatar si se encuentra en los límites permisivos de la norma

Tabla 3-1: Límites de cargas al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO3	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN-	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO4=	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0

Temperatura	oC		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05

Fuente: El Texto de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, libro V tabla 8 límites de descarga al alcantarillado público alcantarillado público

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Lugar de estudio

La Curtiembre “Nuevo Mundo” está ubicada en la provincia de Tungurahua, en la ciudad de Ambato, en la Parroquia La Península, ciudadela los Tres Juanes. La curtiembre cuenta con un área aproximada de 600 metros cuadrados

La posición Geográfica UTM-WSG84:

Tabla 1-2: Coordenadas de la curtiembre El Nuevo Mundo

	Coordenadas	
Puntos	X	Y
1	767628	9863123

Realizado por: Carrillo William

La curtiembre nuevo mundo se encuentra delimitada:

Norte: Izamba

Sur: La Península

Este: Paso Lateral

Oeste: La Concepción

En los alrededores de la planta se encuentra un grupo de industrias, conformado por La Curtiduría Laura Tixi, Curtiembre Abril Hnos., Curtiembre los 3 Juanes, Curtiduría Pielés Puma, lavadora de vehículos, fábrica de peluches y viviendas.

Los procesos, productos y actividades en la zona industriales, por lo tanto se produce una presión sobre el ambiente, la misma que resulta de la convergencia de los efectos provenientes de varios tipos de efluentes generados por las curtiembres existentes en el sector.



Figura 1-2: Ubicación de la curtiembre El nuevo Mundo

Fuente: Google earth, 2017

2.2. Diseño experimental

Se realizó dos biofiltros de cabuya con longitudes totalmente diferente el primero con 0.10 m y el otro con cabuya echo aserrín las cuales tuvieron 3 repeticiones a la salida del proceso, se determinó las condiciones iniciales el agua residual proveniente de la curtiembre los parámetro que se van a ser monitorear Cr^{+6} , olor, pH, turbidez, solidos suspendidos, conductividad.

Se realizó análisis estadístico Anova de un factor con prueba hipótesis de supuestos, dentro de los cuales está la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas, hipótesis de Anova con las pruebas Post Hoc y Subconjuntos Homogéneos para determinar que tratamiento es adecuado para reducir el Cr^{+6} y también los parámetros planteados para mejorar la calidad de agua

2.3. Calidad de agua residual no tratada

Tabla 2-1: Muestras

Muestra	$\text{Cr}^{+6}(\text{mg/l})$	ph	conductividad ms/cm	Solidos disueltos (g/l)	Turbiedad (UTM)
M1	1,23	7.28	11.4	8.6	200
M2	1.20	7,25	11,4	9,2	205
M3	1,3	7,3	11	9	208

Realizado por: William Carrillo

Esta la tabla muestra la caracterización del agua residual antes del tratamiento siendo el parámetro importante para el desarrollo de esta investigación e se debe encontrar superior de 6 lo que quiere decir a Ph básico esta muestra lo cumple por lo cual podemos realizar el tratamiento de estas agua residual

2.4. Toma de muestras del agua residual

2.4.1. Materiales

12 Recipientes (5 litros)

2 Mascarilla

2 Guantes

1 Mandil

2.4.2. Método

Se realizó mediante un muestreo aleatorio simple, en la curtiembre para asegurar de que cada unidad tenga la misma posibilidad de ser elegida durante 2 meses se realizó tres distintas visitas a la planta en horario 8 am, 12 am y 4 pm tomando 20 litros cada una de las vistas dando un total de 60 litros cada muestra tomada se mandó al laboratorio a medir concentración de Cr^{+6} y mesclado en un recipiente el agua residual

2.5. Toma de muestras del agua residual

Determinación de pH turbidez conductividad, solidos suspendidos se lo realizo en el laboratorio de calidad del agua de la facultad de ciencias ubicado dentro de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Tabla 3-2: Materiales de laboratorio

Materiales	Equipos
Vasos de precipitación de 100 ml	Multiparametros
Papel aluminio	PHmetro
Piseta	Turbimetro
	Turbidimetro

Realizado por: William Carrillo

Tabla 4-2: Parámetros y métodos

Parámetro	Método o procedimiento
Turbidez	Standard Metholods No.8051
Solidos suspendidos	Standard Metholods No.2540
Ph	Standard Metholods No.4050
Conductividad	Standard Metholods No. 2510

Realizado por: William Carrillo

Estos parámetros están establecidos según (Sarango Araujo & Sánchez Ramírez, 2016) toma los siguientes Ph, conductividad, Dqo, Dbo, solidos suspendidos, solidos totales, fosforo, hierro, nitrógeno debido al factor económico no se puede tomar todos los parámetros establecidos por el TULSMA solo se tomaran las característica físicas del agua residual.

2.6. Determinación de olor

Para determinar de este parámetro es cualitativo por lo cual que opto dar valores según el grado de olor de la muestra el investigador deberá tomar la decisión para calificar en un grado que va desde el 1 hasta el 10 siendo 1 sin olor y 10 olor alto

Para determinar de este parámetro es cualitativo por lo cual que opto dar valores según el grado de olor de la muestra el investigador deberá tomar la decisión para calificar en un grado que va desde el 1 hasta el 10 siendo 1 sin olor y 10 olor alto

Tabla 5-2: Numeración olor

Numeración	Significancia
1	Sin olor
2-4	Olor bajo
5-7	Olor medio
8-10	Olor alto

Realizado por: William Carrillo

2.7. Construcción del filtro

El diseño se realizó en base a los requerimientos hidráulicos tomando en cuenta criterios de diseño como la muestra a continuación (Darcy, 1996) :

V=volumen

Q=Caudal = 2 L/hora

r=radio=0,065 m

H=altura =0,21 m

T=tiempo de retención

l=pendiente Hidráulica= 0,5 % = 5×10^{-3}

Kf=Conductividad hidráulica carbón activado =1200 m/hora (Sarango & Sánchez, 2016)

Kf=conductividad hidráulica arena =29,8 m/hora (Sarango & Sánchez, 2016)

Kf=conductividad hidráulica piedra =229,16 m/hora (cabuya) (Sarango & Sánchez, 2016)

n=porosidad del carbón activado= 80% (Sarango & Sánchez, 2016)

n= porosidad de la piedra = 39% (Sarango & Sánchez, 2016)

n= porosidad de la arena = 29 % (Sarango & Sánchez, 2016)

Cálculo de área total del filtro

$$\text{Área total} = 2 \pi r (r + h) = 2 (\pi) \times (0,065) \times (0,065+0,21) = 0,11 \text{ m}^2$$

Calculo del área del material filtrante

$$\text{Área de arena} = \frac{Q}{K_f \times l} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{29,8 \frac{\text{m}}{\text{h}} \times 5 \times 10^{-3}} = 0,013 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de piedra} = \frac{Q}{K_f \times l} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{229,16 \frac{\text{m}}{\text{h}} \times 5 \times 10^{-3}} = 0,0017 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de carbón activado} = \frac{Q}{K_f \times l} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1200 \frac{\text{m}}{\text{h}} \times 5 \times 10^{-3}} = 0,0003 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del material} = 0,013 \text{ m}^2 + 0,0017 \text{ m}^2 + 0,0003 \text{ m}^2 + 0,0002 = 0,016 \text{ m}^2$$

Calculo del volumen total del filtro

$$V = \pi r^2 h = \pi (0,0065 \text{ m}^2) (0,21 \text{ m}) = 3,78 \text{ L}$$

Calculo de tiempo de retención

$$T_{hr} = \frac{V_{util}}{Q} = \frac{12 \text{ l}}{2 \text{ l/h}} = 3 \text{ h}$$

2.8. Construcción, estructura de un biofiltro

Materiales

1 estructura

2 Neplo

1 Tubería

2 Unión

2 Clave de paso de agua

Método

El filtro que se escogió fue de plástico de forma cilíndrica (Higuera , et al., 2008p. 27) la geometría no alter los resultados tiene un altura de 0,21 metros con un radio de 0.065 está colocado en una estructura que mide 1, 80 metros en la parte superior se encuentra un recipiente de 8 litros como la captación del agua residual el cual está conectado a una llave de paso (a un neplo a una unión y un neplo a una unión y a un tubo de 0.60 m el filtro eta ubicado en la parte media del dispositivo desde la parte superior 1,20 metros de distancia y en la parte inferior un recipiente con la captación de agua trata dejando un espacio de 0.60 metros .

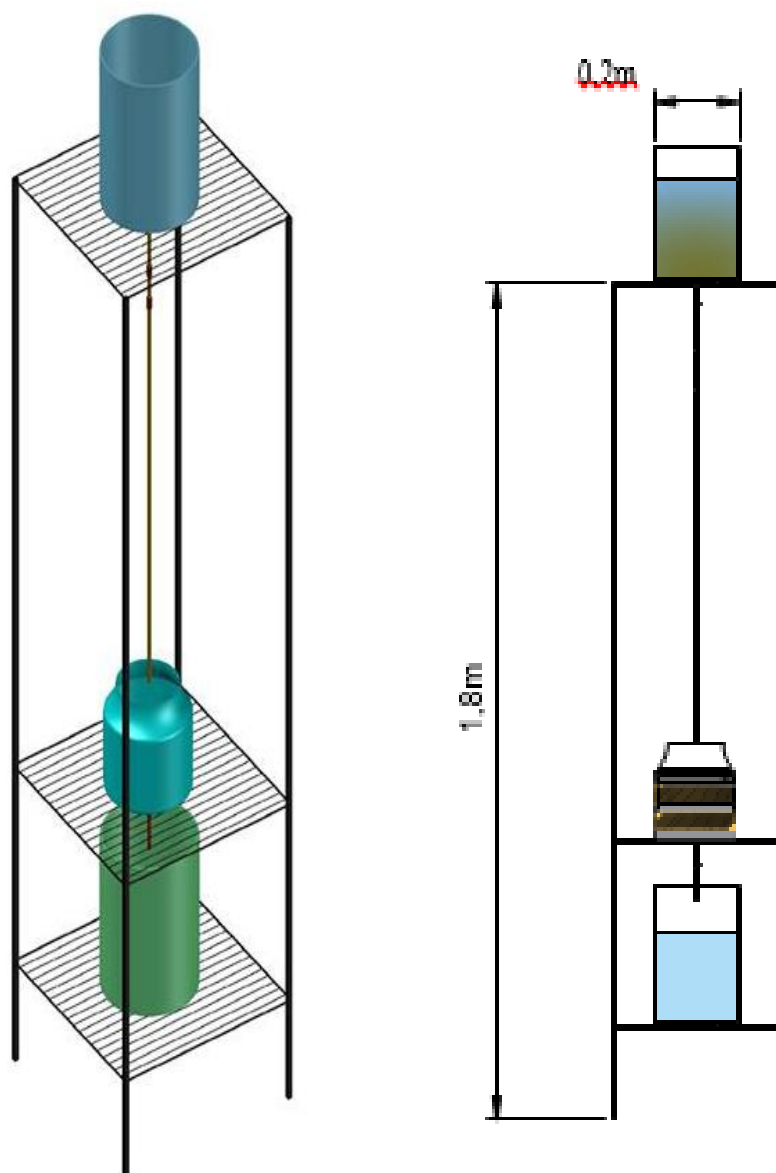


Figura 2-1: Construcción del biofiltros

Realizado por: William Carrillo

2.9. Selección de la cabuya

La fibra de cabuya se la obtuvo en el mercado Dávalos ubicado en Riobamba el tipo de cabuya que se adquirió es blanca que es la fibras que más se comercializa se compró una carga en el cual vino 25 atados para la investigación. La cabuya se utilizó en dos filtros pero con la diferencia el uno esta con la longitud de 0,10 m y la otra esta como aserrín , La longitud de la Cabuya se la

escogió de la investigación (Santillán Quiroga, 2013) debido que a 10 cm es el tratamiento más eficiente para la remoción de Cr^{+6} .

Esta investigación capto mi atención y al momento de plantear mi trabajo de investigación se me ocurrió que puede pasar si utilizamos la cabuya tipo aserrín quedando un gran interrogante para poder trabajar ,Cabuya de longitud de 0,10 m para obtener esta longitud se toma un atado se mide con regla y se lo corta en a la medida deseada y se lo pone al sol para que quede totalmente seca por tres días teniendo en cuenta el clima previo a la colocación del biofiltro, Cabuya tipo aserrín para obtener este tipo se corta con tijera lo más pequeño posible colocando tres días al sol para que seque de forma adecuada la muestra teniendo en cuenta la condiciones climáticas previo a la colocación del biofiltro.

2.10. Selección del medio filtrante

Materiales

2 Envases plásticos

1 Envase platico

2kg Carbón activado

3kg Arena

3kg Piedra

5kg Cabuya

En revisiones bibliográficas se encontró un filtro para tratar cromo pero se lo realizo con hojas de café (Higuera, et al., 2008 pp. 107-119) la variante con mi investigación seria con cabuya el filtro contiene un capa de carbón activado, arena, cabuya, arena y cabuya debido que se obtuvieron resultados eficientes es denominado filtro dual además estos materiales que se utilizaron en este filtro son totalmente económicos el carbón activado, arena y piedra.

La capa de carbón activa tiene la masa de 0,14 kg con un espesor de 0,01 m la siguiente capa es de arena con un peso de 1 kg y espesor de 0,02 la capa posterior es de cabuya con peso de 0,05 kg y un espesor 0,03 m continuación otra capa de arena con un peso de 1 kg con un espesor de 0,02 otra capa de cabuya con un peso de 0,02 con un espesor de 0.015 m y finalmente una capa de piedra con 1 kg con un espesor 0,015 m. Este diseño se tomó se acuerdo a la investigación (Higuera, et al., 2008 pp. 107-119) referencia con la diferencia que en el estudio actual varia las alturas y componente principal la fibra de cabuya a la hoja de café.

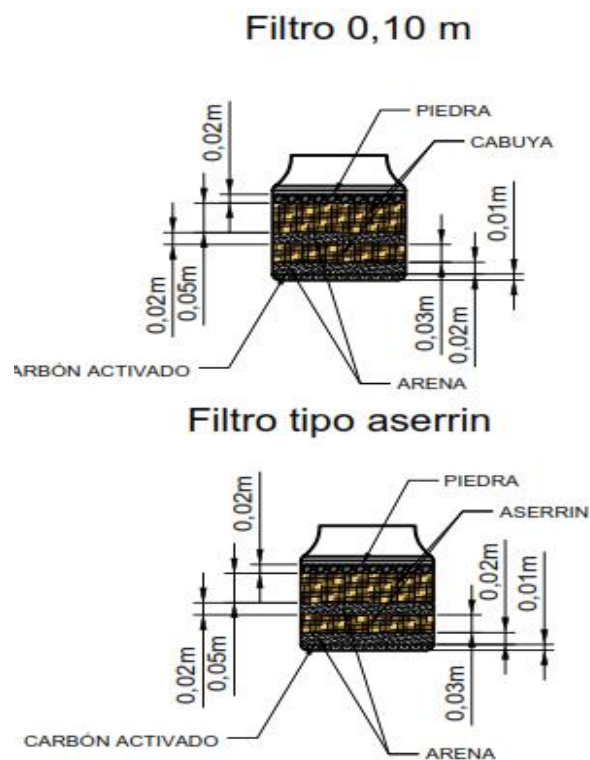


Figura 3-2: Selección del medio filtrante

Fuente: Carrillo William, 2017

2.11. Determinación Cr +6

Para determinar este parámetro se lo mando al laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional De Chimborazo con la siguiente nomenclatura:

M: muestra de la curtiembre

A1: Tratamiento con cabuya tipo aserrín

A2: Tratamiento con cabuya tipo aserrín

A3: Tratamiento con cabuya tipo aserrín

B1: Tratamiento con cabuya longitud de 0,10 m

B2: Tratamiento con cabuya longitud de 0,10 m

B3: Tratamiento con cabuya longitud de 0,10 m

Tabla 6-2: Parámetro y método

Parámetro	Método o procedimiento
Cr+6	Standard Methods No 3500

Realizado por: William Carrillo

2.12. Determinación porcentaje de remoción

Para el cálculo de porcentaje de remoción se lo realizara por la siguiente formula en cada uno de los parámetros establecidos tomado de (Sarango & Sánchez , 2016)

$$\% \text{ Porcentaje de remoción} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración Final}}{\text{Concentración Final}} * 100$$

2.13. Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis general

El uso de la cabuya con diferentes tamaños permite la remoción de metal pesados de Cr+6 de las aguas residuales de una industria de curtiembres

Hipótesis Estadística

Los tratamientos con diferentes tipos de longitudes de cabuya afectan a la reducción de Cr+6 en aguas residuales provenientes de la curtiembre El Nuevo Mundo

Variables dependientes

Remoción de Cr^{+6} , turbidez, sólidos suspendidos, conductividad, pH

Variables independientes

Biofiltro de cabuya a diferentes longitudes arena, piedra, carbón activado

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Tabla 1-3: Muestras y parámetros

Muestra	Cr+6(mg/l)	pH	conductividad ms/cm	Solidos disueltos (g/l)	Turbiedad (UTM)
M1	1,23	7.28	11.4	8.6	200
M2	1.20	7,25	11,4	9,2	205
M3	1,3	7,3	11	9	208
A1	0,10	7.30	11.0	6.1	74
A2	0,61	7.25	10.9	5.57	37
A3	0,52	7.32	10.7	5.30	43
B1	0.72	7.10	10.3	6.4	148
B2	0.84	7.09	10.5	6.6	140
B3	0.56	7.30	10.6	6.6	130

M1: Muestra de la curtiembre antes de tratamiento

M2: Muestra de la curtiembre antes del tratamiento segunda toma

M3: Muestra de la curtiembre antes del tratamiento tercera toma

A1: Tratamiento con cabuya tipo aserrín

A2: Tratamiento con cabuya tipo aserrín

A3: Tratamiento con cabuya tipo aserrín

B1: Tratamiento con cabuya longitud de 0,10 m

B2: Tratamiento con cabuya longitud de 0,10 m

B3: Tratamiento con cabuya longitud de 0,10 m

Realizado por: William Carrillo

En esta tabla se describe los tratamiento iniciales del agua residual con sus respectivas replicas cada una de ellas tiene un valor c los parámetros a controlar es pH, Conductividad eléctrica, Solidos Suspendidos, Turbiedad, y el Cr^{+6} de mayor importancia para la investigación los cuales tiene sus tres repeticiones con valores numéricos



Figura 1-3: Muestras

Fuente: Carrillo William, 2017

Interpretación

El grafico muestra la diferente coloración que desde la muestra de la curtiembre (M) es de color gris el olor de la muestra totalmente fuerte en cala es de 9 al pasar por el biofiltros A (tipo aserrín de cabuya) toma un coloración más cristalina con poco presencia de solidos suspendidos, bajando su turbiedad en la escala plantada el valor es de 3 lo cual no da a interpretar que es olor bajo con en el filtro b (longitud de 0,10 m de cabuya) el color es gris bajo con presencia todavía se solidos suspendidos y turbiedad en la escala de olor es de 5 el cual es olor medio

3.2. Diseño experimental

Tabla 2-3: Prueba de normalidad

	Filtro	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Cromo	A	,324	3	.	,878	3	,317
	B	,204	3	.	,993	3	,843
	C	,269	3	.	,949	3	,567

Ho: Existe normalidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe normalidad entre los datos $< 0,05$

Escogemos la prueba de Shapiro-Wilk debido que tenemos menos de 50 datos

La prueba de normalidad ks indica que cumple el supuesto de normalidad entre los datos obtenidos

Tabla 3-1: Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
4,144	2	6	,074	

Realizado por: William Carrillo, 2017

La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene indica que se cumple con el supuesto $p > 0,05$ no hay diferencia de varianzas

Hipótesis de Anova

El uso de la cabuya con diferentes tamaños permite la remoción de metal pesado de Cr^{+6} de las aguas residuales de una industria de curtiembres

Tabla 3-2: Anova de un factor Cromo

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,070	2	,535	16,645	,004
Intra-grupos	,193	6	,032		
Total	1,263	8			

Realizado por: (William Carrillo, 2017)

Ho: Con la implementación de tres filtros no existe diferencia significativa en reducción de Cr+6.

Hi: Con la implementación de tres filtros existe diferencia significativa en reducción de Cr⁺⁶

Sig<0,05 rechazamos la Ho

Sig >0,05 aceptamos Hi

0.004<0,05 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa

Anova de un factor indica:

Con la implementación de los diferentes tratamientos existe diferencia significativa para la reducción de Cr+6 en el tratamiento de aguas residuales al pasar el agua por los biofiltros

Tabla 5-3: Prueba post hoc

(I) filtro	(J) filtro	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	-,29667	,14641	,187	-,7459	,1526
	C	-,83333*	,14641	,003	-1,2826	-,3841
B	A	,29667	,14641	,187	-,1526	,7459
	C	-,53667*	,14641	,024	-,9859	-,0874
C	A	,83333*	,14641	,003	,3841	1,2826
	B	,53667*	,14641	,024	,0874	,9859

Realizado por: William Carrillo, 2017

En esta tabla se observa cómo se compara los filtros con cada uno de los biofiltros de acuerdo a la prueba post hoc de Tukey se observa que hay diferencias significativas entre los filtros c son los filtros a y filtros b porque $p < 0,05$

Tabla 3-3: Subconjuntos homogéneo

Filtro	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
A	3	,4100	1,2433
B	3	,7067	
C	3		
Sig.		,187	1,000

Realizado por: William Carrillo, 2017

Entre el filtro a con el filtro b estadísticamente son iguales debido que se agrupan en el mismo bloque dando interpretar que los tratamientos con el filtro a y el filtro b son iguales de efectivos para la reducción de cr+6 a diferentes longitudes.

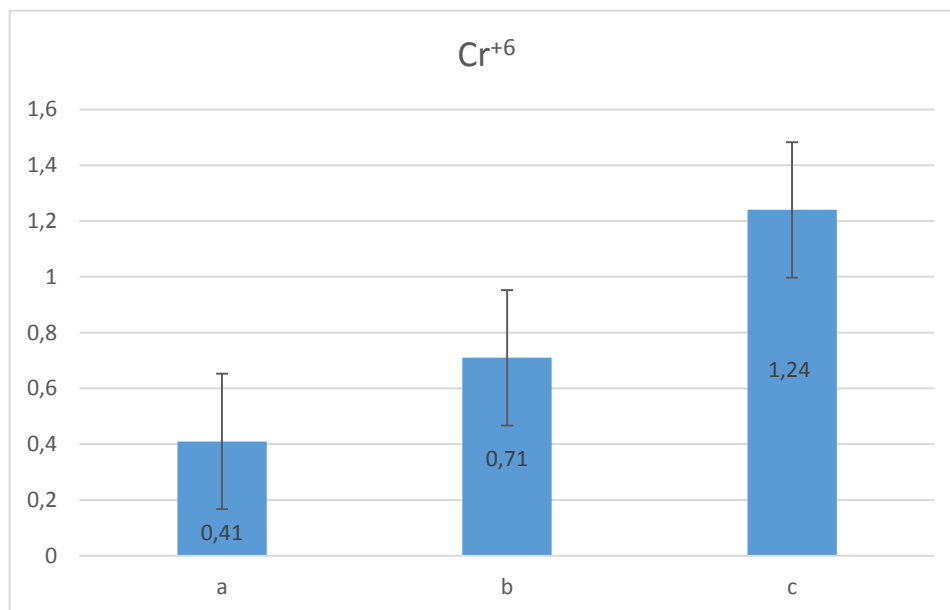


Gráfico 1-3: Error Típico Cr+6

Realizado por: William Carrillo

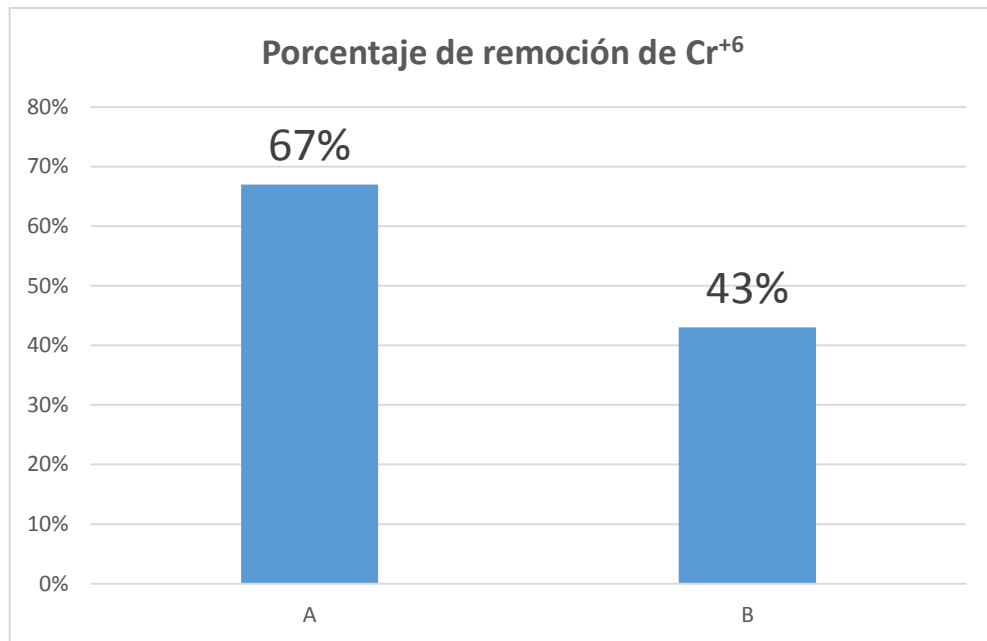


Gráfico 2-3: Porcentaje de Remoción Cr^{+6}

Realizado por: William Carrillo

Interpretación

Al observar el gráfico, la concentración de Cr^{+6} es alta con un valor de 1,24 mg/l, sin embargo su valor se reduce en los filtros A y B en 0,41 mg/l y 0,71 mg/l respectivamente. La reducción de Cr^{+6} en el tratamiento utilizado, muestra mejorando la calidad de agua para la descarga, la reducción de Cr^{+6} es de 67 % y de 43 % siendo significativo al pasar por los dos biofiltros diseñados existe un cambio respecto a las condiciones iniciales del agua residual. El estudio estadístico demuestra que el uso de un biofiltro tipo aserrín de cabuya y de longitud de 0,10 m es igual por lo cual podemos escoger cualquiera de ellos para la reducción de Cr^{+6} .

Discusión

En investigación diseño de un biofiltro para reducir el índice de contaminación por cromo generado en las industrias del curtido de cueros (Higuera, et al., 2008) se obtiene la reducción de Cr^{+6} en 39 % al pasar por los filtros con respecto al porcentaje de 43 para longitud de 0,10 metros y 67 % para el tipo aserrín de cabuya. Aumentado el grado de reducción al establecido la diferencia es de componente del filtro ya que en uno se usa hoja de café y el otro cabuya variando mínimamente la altura de cada una de las capas que son carbón activado, arena, (hoja de café o cabuya), arena, (hoja de café o cabuya), variado en la hoja de café (0,02m) de cabuya (0,05m) en la siguiente capa de (0,017m) de hoja de café (0,02m) estas variaciones aumentaron la

reducción de Cr+6, el tamaño a tratar de agua es bajo de 0,55 litros a diferencia de 60 litros también en su diámetro es de 0,09 m y el biofiltro de cabuya es de 0.13 m siendo mayor

En la investigación estudio de retención de metales pesados en aguas sintéticas (preparadas en el laboratorio) utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya Furcraea andina como alternativa de biorremediación. (Baldeón, 2013) En cuanto se refiere a los resultados del estudio para la degradación del Cr⁺⁶ demuestra una eficiencia de remoción de un 30% a 35 % por la fibra se aumenta con la presenta investigación a porcentajes de 67 % y 43 % la pasar por bilofiltro de (tipo aserrín, longitud de 0,10 metros) la diferencia es que se usa una bomba peristáltica para la distribución del agua, se utiliza la fuerza de la gravedad para su transporte ,es un tipo de agua contaminada en laboratorio ,el agua tomada es real proveniente de una curtiembre , se pasa por un filtros totalmente lleno de cabuya se diferencia ya el biofiltro tiene diferentes capas la absorción de Cr⁺⁶

3.3. Comparación de los parámetros a controlar

Tabla 7-3: Prueba de normalidad pH

	Filtro	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Ph	A	,276	3	.	,942	3	,537
	B	,370	3	.	,786	3	,081
	C	,219	3	.	,987	3	,780

Realizado por: William Carrillo

En la tabla muestra dos pruebas de normalidad de kolmogorov-Sminov se utiliza cuando los datos son mayores a 50 y la de Shapiro-Wilk que se utiliza cuando los datos son menores de 50 cada uno de los filtros tiene tres repeticiones

Ho: Existe normalidad entres los datos > 0,05

Hi: No existe normalidad entre los datos<0,05

Escogemos la prueba de Shapiro-Wilk debido que tenemos menos de 50 datos

La prueba de normalidad (ks) indica que cumple el supuesto de normalidad entre los datos obtenidos

Tabla 8-3: Prueba de homogeneidad varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
7,302	2	6	,025

Realizado por: William Carrillo

Ho: Existe homogeneidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe homogeneidad entre los datos $< 0,05$

La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene indica que se cumple con el supuesto $p < 0,05$

Tabla 9-3: Anova de un factor

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,029	2	,015	2,731	,143
Intra-grupos	,032	6	,005		
Total	,061	8			

Realizado por: William Carrillo

Ho: Con la implementación de tres filtros no existe diferencia significativa en cada uno de los parámetros de control.

Hi: Con la implementación de tres filtros existe diferencia significativa en cada uno de los parámetros de control

$\text{Sig} < 0,05$ rechazamos la Ho

$\text{Sig} > 0,05$ aceptamos Hi

$0,143 < 0,05$ aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa

El Anova de un factor indica:

Con la implementación de los diferentes tratamientos no existe diferencia significativa para la reducción de pH en el agua residual tratada.,

Lo cual nos quiere decir para estos tratamiento no hay cambio en el parámetro pH siendo igual en el agua inicial como en la agua tratada por lo cual no procedemos a la prueba post hoc debido que no hubo algún cambio durante el tratamiento

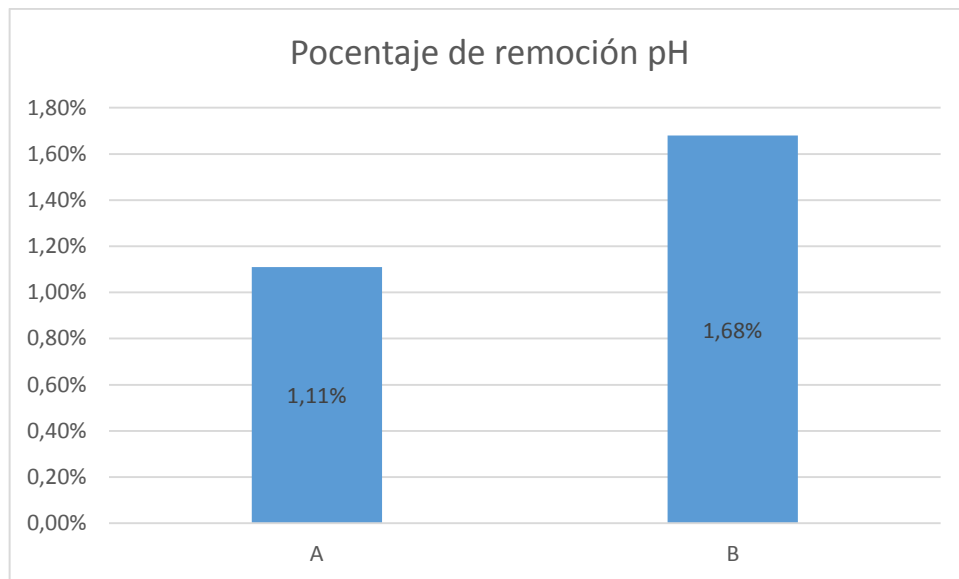


Gráfico 3-1: Error Típico pHh

Realizado por: William Carrillo

Interpretación

Al observar el gráfico , el Ph en la muestra inicial es de 7,26 al pasar por los biofiltros A (tipo aserin) y b (longuitud de 0,10m) se reduce su carga contaminia en 7,18 y 7,14 respectivamente.

La reduccion de Ph es de 1,11 % y de 1,68 % al pasar el gua residual a travez de los biofiltros no exite un cambio significativo el analisis estaditico demostro que el filtro.

Discusión

En la investigacion propuesta de (Sarango et. al, 2016) este parametro lo modifica debido que nesecitan crear condiciones adecuadas de pH por lo cual hacen un reajustre para bajar el porcentaje y se hace reacciones quimicas de floculacion y coagulacion en este caso no se nesecita modificar el Ph debido que se encuntra en 7 y para que se de la absrcion se nesecita que le ph este

superior a 5 lo cual cumple esta prueba y al pasar por los filtros no se encuentra un cambio significativo y se mantiene el valor

Tabla 10-3: Prueba de supuestos sólidos suspendidos

	Filtro	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Sólidos suspendidos	A	,245	3	.	,971	3	,672
	B	,385	3	.	,750	3	,000
	C	,253	3	.	,964	3	,637

Realizado por: William Carrillo

En la tabla muestra dos pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov se utiliza cuando los datos son mayores a 50 y la de Shapiro-Wilk que se utiliza cuando los datos son menores de 50 cada uno de los filtros tiene tres repeticiones

Ho: Existe normalidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe normalidad entre los datos $< 0,05$

Escogemos la prueba de Shapiro-Wilk debido que tenemos menos de 50 datos

La prueba de normalidad (ks) indica que cumple el supuesto de normalidad entre los datos obtenidos en el filtro B no existe normalidad procederemos a la siguiente prueba.

Tabla 11-3: Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
Levene			
1,717	2	6	,257

Realizado por: William Carrillo

Ho: Existe homogeneidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe homogeneidad entre los datos $< 0,05$

La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene indica que se cumple con el supuesto $0,257 > 0,05$

Tabla 12-3: Anova de un factor

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	17,237	2	8,619	95,246	,000
Intra-grupos	,543	6	,090		
Total	17,780	8			

Realizado por: William Carrillo

Ho: Con la implementación de tres filtros no existe diferencia significativa en cada uno de los parámetros de control

Hi: Con la implementación de tres filtros existe diferencia significativa en cada uno de los parámetros de control

Sig < 0,05 rechazamos la Ho

Sig > 0,05 aceptamos Hi

0,00 < 0,05 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa

El Anova de un factor indica:

Con la implementación de los diferentes tratamientos existe diferencia significativa para la reducción de Sólidos Suspendidos en el agua residual tratada., Lo cual nos quiere decir para estos tratamientos hay cambio en el parámetro Sólidos Suspendidos siendo totalmente diferente el agua inicial al paso por los biofiltros por lo cual procedemos a la prueba post hoc para determinar que tratamiento es más eficaz.

Tabla 13-3: Prueba post hoc

(I) filtro	(J) filtro	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	-,87333*	,24561	,028	-1,6269	-,1197
	C	-3,27333*	,24561	,000	-4,0269	-2,5197
B	A	,87333*	,24561	,028	,1197	1,6269
	C	-2,40000*	,24561	,000	-3,1536	-1,6464
C	A	3,27333*	,24561	,000	2,5197	4,0269
	B	2,40000*	,24561	,000	1,6464	3,1536

Realizado por: William Carrillo

En la columna se muestra los filtros los cuales se compara con cada uno de los biofiltros el programa indica con x donde hay diferencia entre las medias muestra un error típico y su valor de significancia con un intervalo de confianza de 95 %.

De acuerdo a la prueba post hoc de Tukey se observa que las hay diferencias significativas entre los filtros con respecto a los filtros a y filtros b porque $p < 0,05$

Tabla 14-3: Subconjunto homogéneo

Filtro	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A	3	5,6600		
B	3		6,5333	
C	3			8,9333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Realizado por: William Carrillo

Se agrupa en tres diferentes grupos con valores de medias cada filtro separado siendo el mejor el filtro A porque tiene el número más bajo lo cual quiere decir que tiene la mayor reducción de Solidos Suspendidos para este parámetro el mejor el biofiltro tipo aserrín

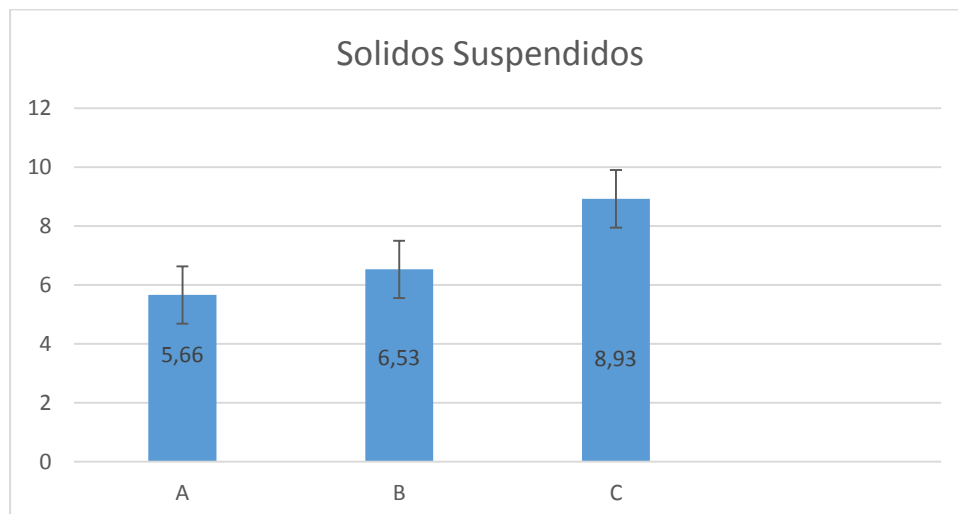


Gráfico 4-3: Error Típico Solidos suspendidos

Realizado por: William Carrillo

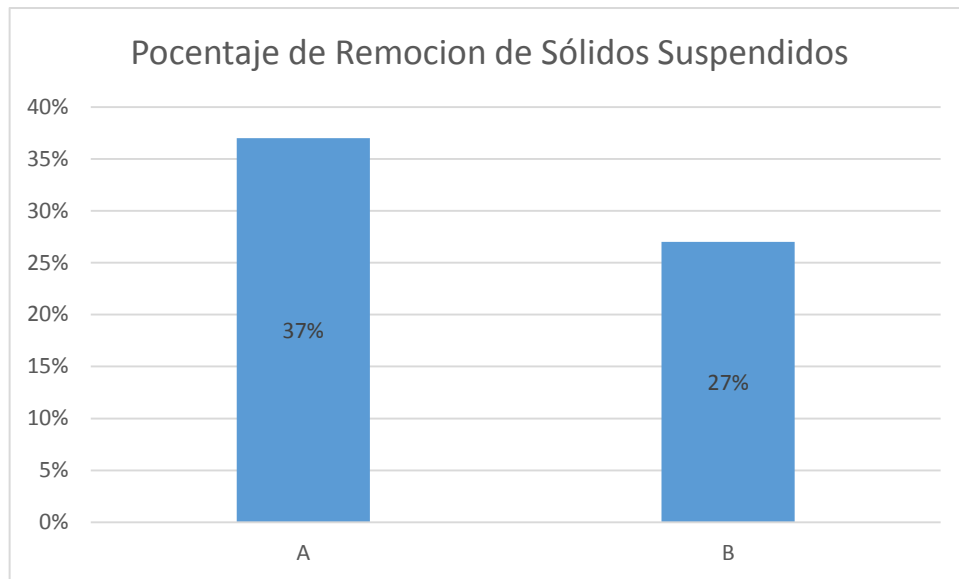


Gráfico 5-3: Porcentaje Solidos suspendidos

Realizado por: William Carrillo

Interpretación

Al observar el gráfico, los Sólidos Suspendidos en la muestra inicial es de 8,93 (g/l), al pasar por los biofiltros A (tipo aserrín) y B (longitud de 0,10m) se reduce su carga contaminante en 5,66 y 6,53 respectivamente. La reducción de los sólidos suspendidos es de 37 % y de 27 % al pasar el agua residual a través de los biofiltros existe un cambio significativo el análisis estadístico demuestra que el filtro A Cabuya tipo de aserrín es el mejor tratamiento a comparación del filtro B que tiene la longitud de 0;10 m para la reducción de este parámetro por lo cual para este parámetro podemos elegir el biofiltro tipo aserrín de cabuya.

Discusión

En la investigación Diseño y operación de un prototipo de sistema para tratamiento de aguas contaminadas a causa de procesos de tinte en lavadora artesanal textil (Góngora, 2016) concluye que para el parámetro de sólidos suspendidos la reducción es de 81,17 % el filtro con mayor eficiencia es el tipo aserrín con 37 % en el primer caso existe dos etapas en la primera se lleva procesos de coagulación floculación y sedimentación posterior pasa a un filtro que está compuesto Grava gruesa, Grava, Arena Fina, Carbón Activado por lo cual la reducción es superior al planteado ya que el agua pasa directamente al filtro.

Tabla 15-3: Prueba de normalidad Turbiedad

	Filtro	Kolmogorov-Sminov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Turbiedad	A	,329	3	.	,868	3	,290
	B	,196	3	.	,996	3	,878
	C	,232	3	.	,980	3	,726

Realizado por: William Carrillo

En la tabla muestra dos pruebas de normalidad de kolmogorov-Sminov se utiliza cuando los datos son mayores a 50 y la de Shapiro-Wilk que se utiliza cuando los datos son menores de 50 cada uno de los filtros tiene tres repeticiones

Ho: Existe normalidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe normalidad entre los datos $< 0,05$

Escogemos la prueba de Shapiro-Wilk debido que tenemos menos de 50 datos

La prueba de normalidad (ks) indica que cumple el supuesto de normalidad entre los datos obtenidos

Tabla 16-3: Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
Levene			
4,554	2	6	,063

Realizado por: William Carrillo

Ho: Existe homogeneidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe homogeneidad entre los datos $< 0,05$

La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene indica que se cumple con el supuesto $0,063 > 0,05$

Lo cual nos explica que hay homogeneidad de los datos presentados

Tabla 17-3: Anova de un factor

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	35378,000	2	17689,000	107,860	,000
Intra-grupos	984,000	6	164,000		
Total	36362,000	8			

Realizado por: William Carrillo

Ho: Con la implementación de tres filtros no existe diferencia significativa en la turbiedad

Hi: Con la implementación de tres filtros existe diferencia significativa en la turbiedad

Sig < 0,05 rechazamos la Ho

Sig > 0,05 aceptamos Hi

0,00 < 0,05 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa

El Anova de un factor indica:

Con la implementación de los diferentes tratamientos existe diferencia significativa para la reducción de turbiedad en el agua residual tratada.

Lo cual nos quiere decir para estos tratamiento hay cambio en el parámetro siendo totalmente diferente el agua inicial al paso por los biofiltros por lo cual procedemos a la prueba post hoc para determinar que tratamiento es más eficaz.

Tabla 18-3: Prueba Post Hoc

(I) filtro	(J) filtro	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	-88,00000*	10,45626	,000	-120,0827	-55,9173
	C	-153,00000*	10,45626	,000	-185,0827	-120,9173
B	A	88,00000*	10,45626	,000	55,9173	120,0827
	C	-65,00000*	10,45626	,002	-97,0827	-32,9173
C	A	153,00000*	10,45626	,000	120,9173	185,0827
	B	65,00000*	10,45626	,002	32,9173	97,0827

Realizado por: William Carrillo

En la columna se muestra los filtros los cuales se compara con cada uno de los biofiltros el programa indica con x donde hay diferencia entre las medias muestra un error típico y su valor de significancia con un intervalo de confianza de 95 %.

De acuerdo a la prueba post hoc de Tukey se observa que las hay diferencias significativas entre los filtros con respecto a los filtros a y filtros b porque $p < 0,05$ todos los valores son pequeños Subconjuntos homogéneos

Tabla 19-3: Subconjuntos Homogéneos

Filtro	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A	3	51,3333		
B	3		139,3333	
C	3			204,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Realizado por: William Carrillo

Se agrupa en tres diferentes grupos con valores de medias cada filtro separado siendo el mejor el filtro A porque tiene el número más bajo lo cual quiere decir que tiene la mayor reducción de turbiedad

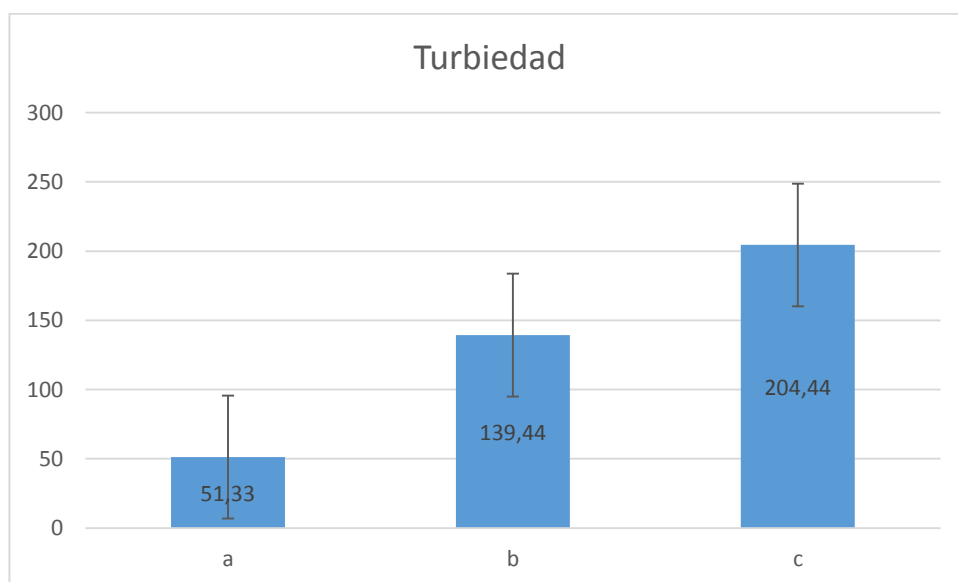


Gráfico 6-3: Error típico turbiedad

Realizado por: William Carrillo

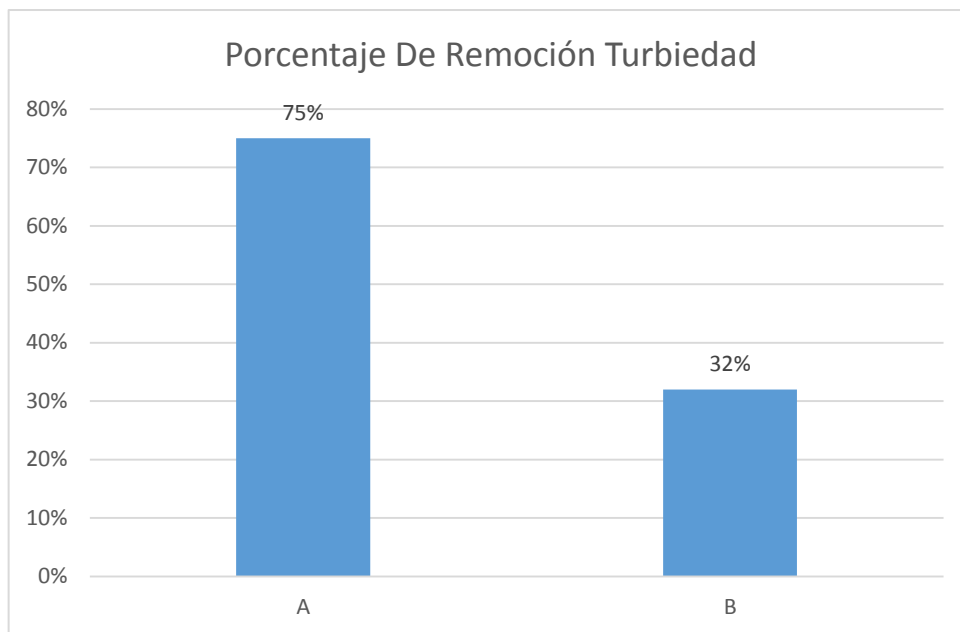


Gráfico 7-3: Porcentaje Turbiedad
Realizado por: William Carrillo

Interpretación

Al observar el gráfico, la turbiedad en la muestra inicial es de 204,33 (UTM), al pasar por los biofiltros A (tipo aserrín) y B (longitud de 0,10m) se reduce su carga contaminante en 51,33 UTM y 139,33 UTM respectivamente. La reducción de la turbiedad es de 75 % y de 32 % al pasar el agua residual a través de los biofiltros existe un cambio significativo el análisis estadístico demuestra que el filtro A Cabuya tipo de aserrín es el mejor tratamiento a comparación del filtro B que tiene la longitud de 10 cm para la reducción de este parámetro por lo cual demos elegir el biofiltro tipo aserrín de cabuya.

Discusión

En la investigación Análisis de la utilización de materiales alternativos en la remoción de sólidos totales presentes en el agua cruda (Demera, 2015) los resultados de remoción de turbidez es de un 50 % a diferencia que el mejor tratamiento de cabuya tipo aserrín es de 75 % se implementa una bomba de 47 watts y el material filtran es una manguera de vinil con longitud de 0,001 m y diámetro de 0,069 metros variando a la del biofiltro en longitud de 0,21 y diámetro de 0,13 m los componentes del filtro el uno contiene algunos elementos (arena, carbón activado, piedra y cabuya) con el otro que solo tiene algodón por lo hay mayor superficie para la reducción de este parámetro por lo cual se obtiene mayor eficiencia de reducción.

Tabla 20-3: Pruebas de conductividad eléctrica

	Filtro	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Conductivida d	A	,253	3	.	,964	3	,637
	B	,253	3	.	,964	3	,637
	C	,385	3	.	,750	3	,000

Realizado por: William Carrillo

En la tabla muestra dos pruebas de normalidad de kolmogorov-Sminov se utiliza cuando los datos son mayores a 50 y la de Shapiro-Wilk que se utiliza cuando los datos son menores de 50 cada uno de los filtros tiene tres repeticiones

Ho: Existe normalidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe normalidad entre los datos $< 0,05$

Escogemos la prueba de Shapiro-Wilk debido que tenemos menos de 50 datos

La prueba de normalidad (ks) indica que cumple el supuesto de normalidad entre los datos obtenidos

Tabla 21-3: Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
Levene			
,857	2	6	,471

Realizado por: William Carrillo

Ho: Existe homogeneidad entre los datos $> 0,05$

Hi: No existe homogeneidad entre los datos $< 0,05$

La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene indica que se cumple con el supuesto $0,471 > 0,05$

Lo cual nos explica que hay homogeneidad de los datos presentados

Tabla 22-3: Anova de un Factor

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,960	2	,480	14,400	,05
Intra-grupos	,200	6	,033		
Total	1,160	8			

Realizado por: William Carrillo

Ho: Con la implementación de filtros no existe diferencia significativa en la turbiedad

Hi: Con la implementación de filtros existe diferencia significativa en la turbiedad

Sig < 0,05 rechazamos la Ho

Sig > 0,05 aceptamos Hi

0,005 < 0,05 rechazamos la hipótesis alternativa y aceptamos la hipótesis nula

Anova de un factor indica:

Con la implementación de los diferentes tratamientos no existe diferencia significativa para la reducción de conductividad en el agua residual tratada., Lo cual nos quiere decir para estos tratamiento no hay cambio en el parámetro siendo totalmente igual inicial que al final por lo cual procedemos a la prueba post hoc para determinar que tratamiento es más eficaz

Tabla 23-3: Prueba Post Hoc

(I) filtro	(J) filtro	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	,40000	,14907	,081	-,0574	,8574
	C	-,40000	,14907	,081	-,8574	,0574
B	A	-,40000	,14907	,081	-,8574	,0574
	C	-,80000*	,14907	,004	-1,2574	-,3426
C	A	,40000	,14907	,081	-,0574	,8574
	B	,80000*	,14907	,004	,3426	1,2574

Realizado por: William Carrillo

En la columna se muestra los filtros los cuales se compara con cada uno de los biofiltros el programa indica con(x) donde hay diferencia entre las medias muestra un error típico y su valor de significancia con un intervalo de confianza de 95 %.

De acuerdo a la prueba post hoc de tukey se observa que las hay diferencias significativas entre los filtros c con respecto filtros b porque $0.04 < 0,05$

Tabla 24-3: Subconjuntos Homogéneos

Filtro	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
B	3	10,4667	
A	3	10,8667	10,8667
C	3		11,2667
Sig.		,081	,081

Realizado por: William Carrillo

Se agrupa en dos grupos con valores de medias cada filtro separado con valores parecidos siendo el mejor tratamiento aparentemente el filtro B debido que su valor es el menor por lo cual mayor degradación

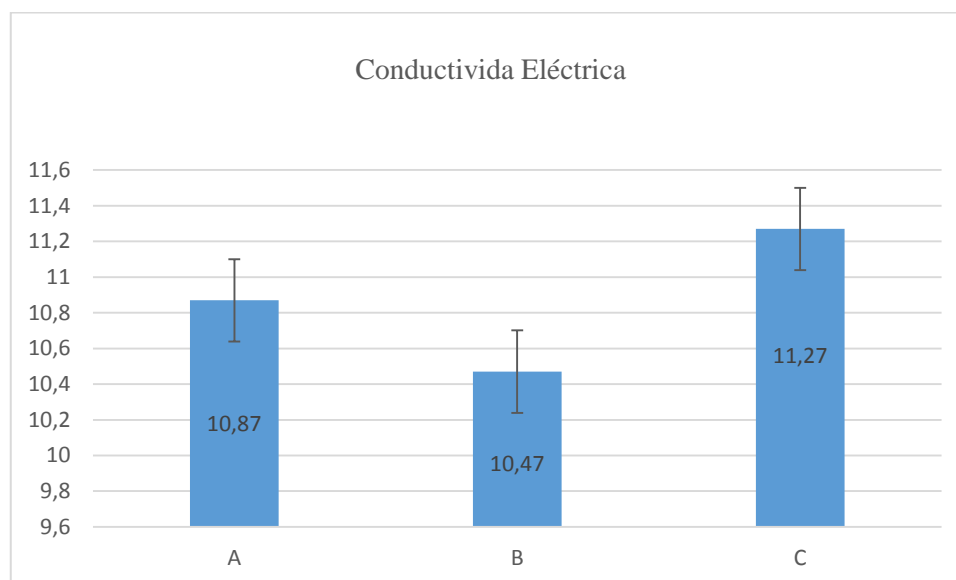


Gráfico 8-3: Error típico Conductividad Eléctrica

Realizado por: William Carrillo

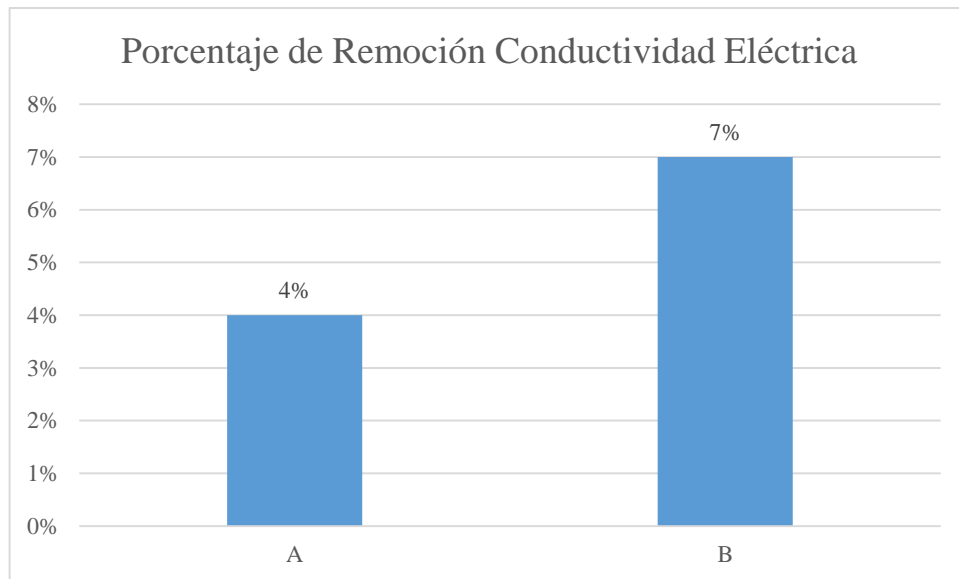


Gráfico 9-3: Conductividad Eléctrica

Realizado por: William Carrillo

Interpretacion

Al observar el gráfico , la conductividad electrica en la muestra inicial es de 11.27 (ms/cm) , al pasar por los biofiltros A (tipo aserin) y b (longitud de 0,10m) se reduce su carga contaminada en 10,87 y 10,47 respectivamente. La reducción de la conductividad es de 4 % y de 7 % siendo el filtro B de longitud de 0,10 m de cabuya el que obtiene un aparente porcentaje mayor con respecto al filtro A de cabuya tipo aserrín pero los cuales son iguales estadísticamente es decir se puede utilizar el uno como el otro biofiltro vamos a tener los mismos resultados de remoción de este parámetro que es bajo

Discusión

En la investigación estudio del proceso de depuración de aguas residuales industriales provenientes de empresas mineras se concluye que el porcentaje de reducción de conductividad es 18. % al compararlo con el 7 % de reducción de esta investigación son porcentajes de remoción pequeños lo cual significa que al utilizar estos biofiltros de manera natural al pasar por un humedal compuesto de totoras y el otro un humedal artificial compuesto de diferentes capas (arena, carbón activado, cabuya, piedra pómez) no ayuda a una reducción siendo otro tratamiento la mejor opción

CONCLUSIONES

Al concluir la investigación se puede determinar las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la cabuya es un medio filtrante para la remoción de Cr^{+6} , del agua residual de la curtiembre El Nuevo Mundo que presentaba alta concentración del metal alcanzando su reducción a los límites establecidos en el TUSLMA para su descarga
- En la curtiembre “El Nuevo Mundo se encontró que los parámetros como sólidos disueltos, turbiedad y Cr^{6+} se encuentran fuera de los límites permisibles, evidenciando la necesidad de someterlos a un tratamiento para el cumplimiento de la norma establecida.
- Se construyó dos filtros dual con cabuya Furcraea Andina tipo aserrín y con longitudes de 0.10m como medios filtrantes además de arena, piedra pómez y carbón activado para mejorar la retención del metal.
- La calidad del agua inicial de la curtiembre mejoró notablemente después de ser tratada en los biofiltros, se puede evidenciar en los resultados. Los parámetros monitoreados pH y conductividad no sufren cambios significativo mientras que los sólidos suspendidos y turbiedad el tratamiento que mayor remoción obtuvo es el biofiltro tipo aserien y para el Cr^{+6} podemos escoger cualquier biofiltro.

RECOMENDACIONES

- Investigar otro tipo de lechos filtrantes que contenga mayor porcentaje de lignina en su estructura
- Investigar otra forma de realización de biofiltro esto puede dual pero con la modificación de poner las longitudes de cabuya en un mismo filtro y medir su efectividad
- La empresa El Nuevo Mundo implementar el biofiltros en sus descargar y así disminuir su carga contaminante
- Investigar cual es la mejor manera de dar solución a la cabuya después de su uso en el biofiltro
- Incentivar a la investigación de tecnología amigable para el ambiente que sea de manera económica como eficiente para la protección del medio ambiente

BIBLIOGRAFÍA

AZNAR JIMENEZ, A. *Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las agua* [En línea] Revista de gestion ambiental Vol 23 no 2, Madrid – Espana pp 12-19 [Consulta: 2016-12-21] ISSN : 3423-2561. Disponible en :

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

ALBEITAR. Parámetros Físicos Químicos del agua (Solidos disueltos totales) ,2010.

[Consulta: 2017-04-12] Disponible en :

<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-tds.pdf>

BALDEON CAJO, J. *Estudio de retención de metales pesados en aguas sintéticas (preparadas en el laboratorio) utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya furcraea andina como alternativa de biorremediación* [En línea] (Tesis de Pregrado). Ingenieria Ambiental. Universidad Nacional de Chiimborazo (2013). Riobamba- Ecuador.pp.15-35. [Consulta: 2017-05-13] Disponible en:

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/766/1/UNACH-EC-IMB-2013-0001..pdf>

CARMIÑA, Gartner; et al. Estudios preliminares de la biomasa seca de eichhornia crassipes como adsorbente de plomo y cromo en aguas [En línea] Revista Colombiana de materiales Volumen 22, no 4 (2013) Antioquia -Colombia pp. 81-92 [Consulta: 2017-01-13] ISSN: 7835-2431 . Disponible en:

<http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/15084/13161>

CASTRO, Bismark. *Uso de la cáscara de banano (musa paradisiaca) maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, plomo y cromo en aguas contaminadas.* [En línea] (Tesis de Postgrado). Maestria en impactos ambientales. Universidad de Guayaquil (2015). Guayaquil - Ecuador. pp.20-38. [Consulta: 2017-06-14] Disponible en:

http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20banano_Dr.%20Castro.pdf

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA. Parametros y características de las aguas residuales, 2002. [Consulta: 2017-06-18] Disponible en:

<http://bvspers.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-09.pdf>

COLOMBIA . MINISTERIO DE DESARROLLO. Programa de capacitación y certificación del sector de agua potable y saneamiento , 1999. [Consulta: 2017-03-17] Disponible en: http://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_pozos/pdf/OPERACION%20Y%20MANTENIMIENTO%20DE%20POZOS%20PROFUNDOS%20PARA%20ACUEDUCTOS.pdf

CORDONCHEN. Adsorción en carbón activado para el tratamiento de aguas residuales, [En línea] 2009.

[Consulta: 2017-02-12] Disponible en:

<http://blog.condorchem.com/adsorcion-en-carbon-activado-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>

DEMERA, Carlos. *Análisis de la utilización de materiales alternativos en la remoción de sólidos totales presentes en el agua.* [En línea] (Tesis de Pregrado). Ingeniería Civil. Escuela Superior Politécnica del Litoral (2015). Guayaquil - Ecuador. pp.35-47. [Consulta: 2017-05-11] Disponible en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89386/D-70099.pdf>

ECUADOR. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Indicadores Ambientales, [En

línea] 2015. . [Consulta: 2017-06-18] Disponible en:

https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/concentracion-de-fosforo-total/.

ESTADISTICA MINERA DE ESPAÑA. Panorama nacional Piedra Pomez , [En línea] 2003.

[Consulta: 2017-05-28]

Disponible en: http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2003_04/PPOMEZ03.pdf

GONZALES, Ernesto; et al. Fitoplancton de cinco embalses de Venezuela con diferentes estados tróficos. [En línea] Revista Limnetica Volumen 22, no 2 (2003) Caracas - Venezuela pp. 15-35 [Consulta: 2017-01-13] ISSN: 0213- 8409. Disponible en:

http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne22/L22a015_Fitoplancton_embalses_venezuela.pdf

GONGORA, Carol. *Diseño y operación de un prototipo de sistema para tratamiento de aguas contaminadas a causa de procesos de teñido en lavadora artesanal textil rv.* [En línea] (Tesis de Pregrado). Ingenieria Quimica. Universidad de Cuenca (2016). Cuenca - Ecuador. pp.48-53. [Consulta: 2017-06-11] Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25721/1/TESIS.pdf>

GUALTEROS, Leydi. *Estudio de la eficiencia de lechos filtrantes para la potabilización de agua proveniente de la quebrada la despensa en el municipio guaduas Cundinamarca vereda la Yerbabuena.* [En línea] (Tesis de Pregrado). Ingenieria Ambiental. Universidad La Salle (2015). Bogota – Colombia . pp.39-52. [Consulta: 2017-05-11] Disponible en:

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17426/41081016_2015.pdf?sequence=1

HIGUERA, Oscar; et al. Diseño de un biofiltro para reducir el índice de contaminación por cromo generado en las industrias del curtido de cueros. [En línea] Revista Scielo Volumen 76, no 160 (2009) Pereira -Colombia pp. 107-119 [Consulta: 2017-04-13] ISSN: 0012-7353 . Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n160/a10v76n160.pdf>

ICREW. Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población, [En línea] 2009 [Consulta: 2017-05-19.] Disponible en:

<http://www.cienciacanaria.es/files/Guia-sobre-tratamientos-de-aguas-residuales-urbanas-para-pequenos-nucleos-de-poblacion.pdf>

IDEAS. Filtros biológicos para la remoción de nutrientes de aguas grises, [En línea] 2010.

[Consulta: 2017-06-17] Disponible en:

http://www.ideassonline.org/public/pdf/biofiltro_ideassonline_esp.pdf

JARA, Kiara. *Estrategias de calidad en los servicios para mejorar el nivel de satisfacción de los clientes de la curtiembre cuenca s.a.c. trujillo – la libertad, año 2014* [En línea] (Tesis de Pregrado). Administracion. Universidad privada Atenor Norego (2014). Trujillo – Peru . pp.42-56. [Consulta: 2017-05-11] Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/717/1/JARA_KIARA ESTRATEGIAS_CALIDAD_CURTIEMBRE.pdf

LENNTech. Turbidez, aspectos teoricos, [En línea] 2010. [Consulta: 2017-06-17]

Disponible en:

<http://www.lenntech.es/turbidez.htm#%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20turbidez?>

MOHANTY, M Y HINRICHSSEN, G. Biofibras, polímeros biodegradables y biocompuestos: una visión general. Canadá – Montreal. Ediciones Wiley - VCH 2000, pp. 65-78

OPS. Investigaciones y experiencias con biofiltros, [En línea] 2004. [Consulta: 2017-06-17]

Disponible en:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/040065/tema3-7.pdf>

ORNELA, Sarango. *Diseño y construcción de 2 biofiltros con eichhornia crassipes y lemna minor para la evaluación de la degradación de contaminantes en aguas residuales de la extractora río manso exa s.a. “planta la comuna”, Quinindé* [En línea] (Tesis de Pregrado). Escuela de Ciencias Químicas -Biotecnología Ambiental – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (2016). Riobamba - Ecuador.pp.22-45. [Consulta: 2017-05-19] Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4930/1/236T0194.pdf>

RED MAPSA. Guía para la utilización de valijas viajeras (Conductividad) [En línea],2007.

http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf

2017-03-29

RINCON, Mónica. *Diseño de un plan comunicacional para la industria de las curtiembres, basado en marketing ecológico* [En línea] (Tesis Postgrado). Escuela de Postgrado de Marketing Internacional- Facultad de Ciencias Económicas-Universidad Nacional de la Plata (2012). Palermo - Argentina. pp. 76-101. [Consulta: 2017-04-11]. Disponible en:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25102/Documento_completo.pdf?sequence=3

ROJAS, Franklyn. *Estudio económico-financiero del aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarte “Unche” Derivado del proceso de curtiembre en el municipio de Villapinzón – Cundinamarca* [En línea] (Tesis Postgrado). Escuela de Postgrado Facultad de Agronomía - Universidad Nacional de Colombia (2010). Bogotá - Colombia. pp. 25-51. [Consulta: 2017-04-11]. Disponible en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/3052/1/790655.2010.pdf>

ROSWEL, Roger; et al. Removal of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions Using Lignocellulosic Fibers [En línea] Revista Journal of Natural Fibers Volumen 1, no 1 (2004) pp. 97-108 [Consulta: 2017-03-13] ISSN: 3467-7834 . Disponible en:

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl_2004_lee003.pdf

SANTILLAN, Miguel. *EL uso de la cabuya para la construccion de barreras reactivas permeables para la eliminacion de metales pesados* (Tesis Postgrado) 2013, pp. 47-52. University of Calabria (2013)

TEJADA, Tovar, et. al. Remoción de Pb (II), Ni (II) y Cr (VI) en soluciones acuosas usando matrices modificadas químicamente [En línea] Revista Prospect Volumen 12, no 2 (2014) Cartagena- Colombia pp. 7-17 [Consulta: 2017-05-14] Disponible en:

<http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/265/247>

UNIVERSIDAD DE SANBUENAVENTURA. Figue, Furcraeae Andina , [En línea] 2004.

[Consulta: 2017-06-21] Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/177404034/Figue>

WATER AND SANITATION PROGRAM. Biofiltro: Una opción sostenible para el

tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades, [En línea] 2014. [Consulta: 2017-04-12] Disponible en:

<http://blog.condorchem.com/adsorcion-en-carbon-activado-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>

ZAMBRANO, Ana. *Estudio de las características físicomecánicas de bloques de hormigón con fibra de cabuya* [En línea] (Tesis de Pregrado). Escuela de Ingeniería Civil – Universidad Central del Ecuador (2016). Quito - Ecuador.pp.19-28. [Consulta: 2017-06-14] Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6935/1/T-UCE-0011-228.pdf>

ANEXOS

Anexo A: Visita a la curtiembre nuevo mundo





Anexo B: Construcción del Biofiltro



Anexo C: Análisis de laboratorio



Anexo D: Resultados de Cr +6


LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES


Nº SE: 052 - 17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. William Camilo
EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH
DIRECCIÓN: Jaime Roldós Aguilera y Diego Noboa
TELÉFONO: 2368541

INFORME Nº: 052 - 17
Nº SE: 052 - 17
FECHA DE RECEPCIÓN: 04-04-17
FECHA DE INFORME: 05-04-17

NÚMERO DE MUESTRAS: 7 Agua Residual Tratada, Curtiembre
TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:	MA - 124 - 17	Muestra de Curtiembre	Agua
	MA - 125 - 17	Tratamiento A1	Agua
	MA - 126 - 17	Tratamiento A2	Agua
	MA - 127 - 17	Tratamiento A3	Agua
	MA - 128 - 17	Tratamiento B1	Agua
	MA - 129 - 17	Tratamiento B2	Agua
	MA - 130 - 17	Tratamiento B3	Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

RESULTADO DE ANALISIS

MA - 124-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANALISIS
Cromo	mg/l	STANDARD METHODS 3500 - Cr - 3111B	1.23	N/A	04 - 04 - 17

MA - 125-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANALISIS
Cromo	mg/l	STANDARD METHODS 3500 - Cr - 3111B	0.10	N/A	04 - 04 - 17


MA - 126-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANALISIS
Cromo	mg/l	STANDARD METHODS 3500 - Cr - 3111B	0.61	N/A	04 - 04 - 17

MA - 127-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANALISIS
Cromo	mg/l	STANDARD METHODS 3500 - Cr - 3111B	0.52	N/A	04 - 04 - 17

Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.


 FMC2/01-01

Página 1 de 2

L.S.A. Campus Master Edison Kiera Km 1 1/2 vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE. 052 - 17

MA - 128-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(X=2)	FECHA DE ANÁLISIS
Cromo	mg/l	STANDARD METHODS 3500 - Cr - 3111B	0.72	N/A	04 - 04 - 17

MA - 129-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(X=2)	FECHA DE ANÁLISIS
Cromo	mg/l	STANDARD METHODS 3500 - Cr - 3111B	0.84	N/A	04 - 04 - 17

MA - 130-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(X=2)	FECHA DE ANÁLISIS
Cromo	mg/l	STANDARD METHODS 3500 - Cr - 3111B	0.56	N/A	04 - 04 - 17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

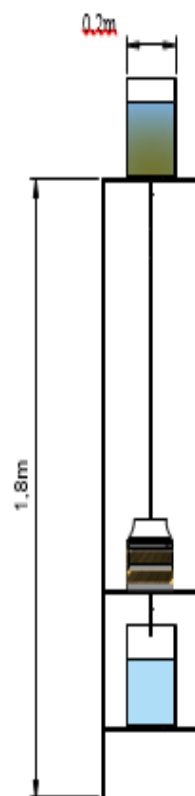
-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Anexo E: Planos filtro

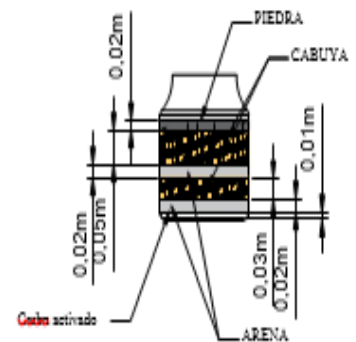
VISTA FRONTAL



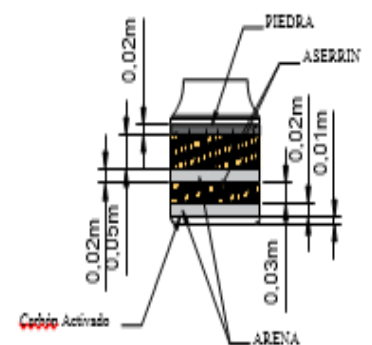
CORTE A-A



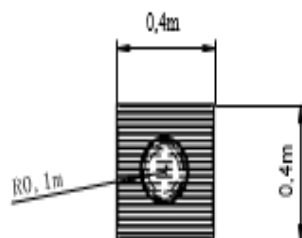
Biofiltro 0,10 m



Biofiltro tipo aserrín



VISTA SUPERIOR



CORTE A-A



<p>ESPOCH</p> <p>Escuela Superior de Ingeniería</p> <p>Centro de Ingeniería de Diseño y Manufactura</p>	
<p>PROYECTO DE LA PROYECTACIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE UN BIOMODULO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE LA GUAYMA UTILIZANDO LA CUBUYA COMO BIOMODULO A BOMBAS DE AGUA</p>	
<p>Nombre: ELABORACIÓN</p>	
<p>ELABORADOR:</p> <p>Cecilia Daniela Villanueva</p>	<p>Fecha:</p> <p>1 de 1</p>
<p>TUTOR:</p> <p>Dr. Carlos Sánchez</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:10</p>
<p>ASISTENTE:</p> <p>Dr. Carlos Sánchez</p>	<p>FECHA:</p> <p>10/05/2017</p>